

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

UCC – CAMPUS LEON



COORDINACIÓN DE INGENIERÍAS

Culminación de Pensum.

Proyecto de Graduación para optar al título de grado en Ingeniería Industrial.

“OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001, PERIODO COMPRENDIDO DE JULIO A OCTUBRE 2025”

ELABORADO POR

- Br. Guardado Soza, Luis Carlos. Ingeniería Industrial, V Año.
- Br. Rodriguez Hagie, Ángel Eduardo Ingeniería Industrial, V Año.
- Br. Ulloa Moncada, Héctor José Ingeniería Industrial, V Año.

TUTOR TECNICO y METODOLÓGICO:

MSc. Altamirano Ramos Maxwell Enrique

LEÓN, 05 DE OCTUBRE DEL 2025

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

UCC – CAMPUS LEÓN



COORDINACIÓN DE INGENIERIAS

Culminación de Pensum

Proyecto de Graduación para optar al título de grado en Ingeniería Industrial

AVAL DEL TUTOR

Grado Académico, Ing. Maxwell Enrique Altamirano Ramos tiene a bien:

CERTIFICAR

Que: El Proyecto de Graduación con el título: **“OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001, PERIODO COMPRENDIDO DE JULIO A OCTUBRE 2025”**, elaborado por los estudiantes: **Angel Eduardo Rodríguez Hagie, Luis Carlos Guardado Soza, Héctor José Ulloa Moncada**, ha sido dirigido por el suscrito.

Al haber cumplido con los requisitos académicos y metodológicos del Proyecto de Graduación, damos de conformidad a la presentación de dicho trabajo de culminación de estudios para proceder a su lectura y defensa, de acuerdo con la normativa vigente del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil y Reglamento de Investigación, Innovación y Transferencia.

Para que conste donde proceda, se firma la presente en UCC LEÓN a los 26 días del mes de octubre del año 2025.

Fdo.: Ing. Maxwell Enrique Altamirano Ramos

Tutor Técnico y metodológico

DEDICATORIA

A Dios, fuente de guía, fortaleza y sabiduría, que en su amor infinito permitió que este proyecto se llevara a cabo. Su misericordia ha sido el motor que inspiró la perseverancia, la disciplina y la fe necesaria para superar cada desafío a lo largo de este camino académico.

Dedicamos este esfuerzo a nuestras familias, por el amor incondicional, la paciencia y el respaldo constante que nos brindaron en todo momento. Gracias a su comprensión y sacrificio, hemos logrado afrontar los retos académicos y personales, manteniendo la motivación y el compromiso necesario para alcanzar este logro.

A nuestro grupo de trabajo, por la colaboración, el esfuerzo conjunto y el compromiso demostrado durante todo el proceso de investigación. La cooperación, el intercambio de ideas y el apoyo mutuo fueron elementos esenciales para desarrollar este proyecto con responsabilidad, reflejando el valor del trabajo en equipo y la unidad para alcanzar nuestros objetivos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios, por ser la guía y fuente de fortaleza a lo largo de todo este proceso. Su apoyo espiritual nos permitió mantener la fe, la motivación y la perseverancia en los momentos de dificultad y nos inspiró a superar cada reto hasta la culminación de este proyecto. Sin su presencia, paciencia y protección, este logro académico no habría sido posible.

A nuestras familias, por su amor incondicional, comprensión y constante apoyo. Gracias por brindarnos aliento, paciencia y motivación en cada etapa del desarrollo de esta investigación. Su confianza y sacrificio fueron un pilar fundamental para que pudiéramos dedicar el tiempo y esfuerzo necesarios, y para que este proyecto alcanzara los objetivos planteados.

A nuestros compañeros de carrera, por el compañerismo, la colaboración y el apoyo mutuo a lo largo de toda nuestra formación académica. La interacción, el intercambio de ideas y la ayuda constante contribuyeron de manera significativa al aprendizaje y desarrollo de habilidades mutuas.

Al tutor, MSc. Maxwell Enrique Altamirano Ramos, por su guía, paciencia y valiosas recomendaciones. Su acompañamiento y orientación académica fueron esenciales para consolidar y fortalecer esta investigación, asegurando la pertinencia y calidad del trabajo final.

A nuestra alma mater, la Universidad de Ciencias Comerciales, Campus León, por brindar un entorno académico que promueve la formación integral de sus estudiantes, así como por los recursos y facilidades que contribuyeron a nuestra formación profesional.

A todos nuestros docentes, por su enseñanza, asesoría y dedicación, que nos permitieron adquirir los conocimientos, habilidades y valores necesarios para enfrentar los retos académicos y profesionales. Su ejemplo y orientación han sido una guía constante en nuestra formación y en la realización de este trabajo.

Finalmente, reconocemos que la realización de este proyecto es fruto del esfuerzo, la dedicación y la cooperación de todos los que de alguna manera contribuyeron a su desarrollo, representando un logro significativo en nuestra formación profesional.

Br. Guardado Soza, Luis Carlos.

Br. Rodriguez Hagie, Ángel Eduardo

Br. Ulloa Moncada, Héctor José

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| INTRODUCCION | 1 |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN | 3 |
| 1.1 Antecedentes y contexto del problema. | 3 |
| 1.3 Descripción del problema y pregunta de investigación. | 12 |
| 1.4 Justificación | 13 |
| 1.6 Alcances y Limitaciones..... | 15 |
| 1.7 Variables..... | 17 |
| CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL | 18 |
| 2.1 Marco Conceptual..... | 18 |
| 2.2 Marco Legal | 42 |
| CAPÍTULO III.-DISEÑO METODOLÓGICO | 53 |
| 3.1 Tipo de Proyecto..... | 53 |
| 3.2 Método de estudio y unidades de análisis. | 54 |
| 3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. | 54 |
| 3.4 Confiabilidad y validez de los instrumentos..... | 55 |
| 3.4.1 Ficha de validación del instrumento de investigación juicio de experto. | 55 |
| Capítulo V. Estudio de ingeniería | 70 |
| Capítulo VI Análisis de resultados..... | 106 |
| Capitulo VII Conclusiones | 133 |
| Capitulo VIII Recomendaciones | 135 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 137 |
| ANEXOS..... | 141 |

INDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------------|---|-----|
| Tabla 1 | Variables del Proyecto | 17 |
| Tabla 2 | Marco Legal | 42 |
| Tabla 3 | Ficha de Validación Juicio de Experto | 56 |
| Tabla 4 | Consumo Mensual registrado | 71 |
| Tabla 5 | Incremento de consumo | 73 |
| Tabla 6 | Datos para la regresión lineal | 74 |
| Tabla 7 | Consumo y Proyección en kWh/ mes | 77 |
| Tabla 8 | Costo en pago de energía eléctrica en Yazaki planta 4 | 80 |
| Tabla 9 | Muestreo de Maquinarias | 81 |
| Tabla 10 | Equipos de Mayor a Menor Consumo | 83 |
| Tabla 11 | Estimación de Consumo | 85 |
| Tabla 12 | Consumo mensual abanicos y aire acondicionado | 86 |
| Tabla 13 | Tabla de Datos de la empresa auditada y su rango de calificación | 101 |
| Tabla 14 | Lista de Verificación de Auditoria ISO 50001:2018 | 102 |
| Tabla 15 | Irradiancia Solar estimada | 106 |
| Tabla 16 | Datos técnicos de los paneles fotovoltaicos | 113 |
| Tabla 17 | Presupuesto de Inversión | 116 |
| Tabla 18 | Proyección a 10 años sin proyecto | 117 |
| Tabla 19 | Proyección a 10 años con proyecto implementado | 117 |
| Tabla 20 | Comparativa de costos energéticos con y sin proyecto..... | 118 |
| Tabla 21 | Comportamiento de pagos por año..... | 118 |
| Tabla 22 | Condicionantes del préstamo..... | 119 |
| Tabla 23 | Amortización de financiamiento, análisis de retorno de la inversión y costo beneficio | 120 |
| Tabla 24 | Tabla de Beneficios netos..... | 124 |
| Tabla 25 | Matriz de Riesgo..... | 128 |
| Tabla 26 | Matriz de Identificación y Evaluación de riesgos | 131 |
| Tabla 27 | Interpretación del nivel de riesgo | 131 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 28 Cronograma de ejecución..... | 132 |
| Tabla 29 Maquinas Actuales | 141 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Beneficios de la eficiencia energética..... | 21 |
| Figura 2 Proyectos de generación de energía solar en Nicaragua | 30 |
| Figura 3 Funcionamiento de un Panel Solar..... | 32 |
| Figura 4 Partes de un Panel Fotovoltaico..... | 35 |
| Figura 5 Ciclo del sistema de gestión de energía | 37 |
| Figura 6 Logo Oficial de Yazaki..... | 47 |
| Figura 7 Fundadores de Yazaki | 48 |
| Figura 8 Logo Oficial de ENEL | 49 |
| Figura 9 Logo Oficial de la UCC..... | 52 |
| Figura 10 Ficha de Validación juicio de experto | 58 |
| Figura 11 Localización Planta 4 Yazaki..... | 60 |
| Figura 12 Medición de carga instantánea en el sistema de transferencia eléctrica de la planta 4 | 64 |
| Figura 13 Capacidad nominal de la transferencia electrica (ASCO) de 1600 A | 65 |
| Figura 14 Transformador electrico de 500 kVa instalado en la planta 4 | 65 |
| Figura 15 Capacidad nominal de 1200 A del breaker principal de panel de distribución | 66 |
| Figura 16 Placa de datos técnicos del generador eléctrico, indicando una capacidad de 625 KVA..... | 66 |
| Figura 17 Análisis FODA: Matriz estratégica de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas para la implementación del sistema fotovoltaico. | 67 |
| Figura 18 ANALISIS PESTEL A YAZAKI NIC. S.A..... | 68 |
| Figura 19 Factores externos que indican la viablilidad del proyecto de energia renovable..... | 69 |
| Figura 20 Consumo de kWh mensualmente..... | 72 |

| | | |
|------------------|---|-----|
| Figura 21 | Consumo energético en Yazaki 2024-2025..... | 78 |
| Figura 22 | Variación Porcentual consumo de meses 2024-2025..... | 79 |
| Figura 23 | Costo Total en dólares | 80 |
| Figura 24 | Consumo de muestra de equipos críticos kWh/ mes | 82 |
| Figura 25 | Diagrama de Pareto | 83 |
| Figura 26 | Consumo mensual de abanicos y aire acondicionado | 86 |
| Figura 27 | Costo total en dólares consumidos en Sistema de ventilación | 87 |
| Figura 28 | Diagrama causa y efecto ante el Alto consumo energético | 88 |
| Figura 29 | Introducción a la Auditoria | 90 |
| Figura 30 | Contexto de la Organización | 91 |
| Figura 31 | Liderazgo en Auditoria | 93 |
| Figura 32 | Planificación de la Auditoria | 95 |
| Figura 33 | Soporte de Auditoria..... | 96 |
| Figura 34 | Operación de la Auditoria | 98 |
| Figura 35 | Evaluación del Desempeño de la Auditoria | 99 |
| Figura 36 | Mejora Continua | 100 |
| Figura 37 | Aplicación del Ciclo PHVA..... | 105 |
| Figura 38 | Irradiancia solar estimada | 107 |
| Figura 39 | Potencial Eléctrico Fotovoltaico..... | 108 |
| Figura 40 | Vista superior de la superficie de Yazaki planta 4 | 112 |
| Figura 41 | Punto de equilibrio del proyecto | 125 |
| Figura 42 | Ficha técnica de Komax Alpha 355 | 142 |
| Figura 43 | Ficha técnica de prensa mecal TT..... | 143 |
| Figura 44 | Ficha técnica de trenzado TM-100 | 143 |
| Figura 45 | Ficha técnica Schleuniger crimpcenter | 144 |
| Figura 46 | Ficha técnica Horno Meacalbi STCS-CS14..... | 145 |
| Figura 47 | Estructura de lista de verificación aplicada en la auditoria..... | 146 |
| Figura 48 | Visita de Campo | 154 |
| Figura 49 | Cronograma de Actividades | 155 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Optimización del consumo energético en Yazaki planta 4 de la ciudad de León, periodo comprendido de julio a octubre 2025”, tiene como objetivo optimizar el consumo de energía eléctrica de la red en Yazaki Planta 4, ubicada en la ciudad de León, mediante la integración de un sistema fotovoltaico bajo el enfoque de la norma ISO 50001. Se trata de un proyecto aplicado que responde a una problemática real: el elevado consumo energético en la planta y la dependencia energética total, sin una gestión estructurada ni el aprovechamiento de fuentes renovables. El proyecto adopta un enfoque cuantitativo, descriptivo y explicativo, basado en el análisis de datos históricos y actuales de consumo eléctrico, auditorías energéticas, inspecciones técnicas en campo y cálculos eléctricos. Se identificaron equipos críticos con alta demanda, así como ineficiencias en sistemas de ventilación, atribuibles a prácticas operativas poco eficientes. La auditoría energética permitió evaluar el grado de cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 50001 e identificar las condiciones de la empresa para la integración del sistema fotovoltaico, revelando avances parciales en el registro de consumos y oportunidades de ahorro, pero también debilidades como la falta de herramientas de monitoreo y compromiso organizacional. Finalmente, se desarrolló una propuesta técnica y económica para la instalación de un sistema fotovoltaico dimensionado para cubrir parte del consumo energético de ventilación y climatización, incluyendo módulos solares, inversores híbridos, baterías de respaldo y sistemas de protección. Esta propuesta contribuye directamente a la reducción del consumo eléctrico convencional, fortalece la eficiencia operativa y posiciona a Yazaki como una empresa comprometida con la sostenibilidad, la mejora continua y el cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible No. 7. Se concluyó con una serie de recomendaciones puntuales para la implementación de la propuesta y la gestión oportuna de la energía en la planta.

Palabras claves: Optimización, energía, fotovoltaico, norma, medición, propuesta.

ABSTRACT

The present research project, titled “Optimization of Energy Consumption at Yazaki Plant 4 in the City of León, for the Period from July to October 2025,” aims to optimize the electrical energy consumption from the grid at Yazaki Plant 4, located in León, through the integration of a photovoltaic system under the ISO 50001 standard approach. This is an applied project that addresses a real problem: the plant’s high energy consumption and complete dependence on external electricity, without a structured energy management system or the use of renewable sources. The project adopts a quantitative, descriptive, and explanatory approach, based on the analysis of historical and current electricity consumption data, energy audits, on-site technical inspections, and electrical calculations. Critical equipment with high energy demand was identified, as well as inefficiencies in ventilation systems attributable to low-efficiency operational practices. The energy audit made it possible to assess the degree of compliance with ISO 50001 requirements and to identify the company’s conditions for integrating the photovoltaic system, revealing partial progress in consumption recording and opportunities for savings, but also weaknesses such as the lack of monitoring tools and organizational commitment. Finally, a technical and economic proposal was developed for the installation of a photovoltaic system sized to cover part of the energy consumption of ventilation and air-conditioning systems, including solar modules, hybrid inverters, backup batteries, and protection systems. This proposal directly contributes to reducing conventional electricity consumption, strengthening operational efficiency, and positioning Yazaki as a company committed to sustainability, continuous improvement, and the fulfillment of Sustainable Development Goal No. 7. The study concludes with specific recommendations for the implementation of the proposal and the timely management of energy at the plant.

Keywords: Optimization, energy, photovoltaic, standard, measurement, proposal.

INTRODUCCION

La eficiencia energética ha dejado de ser una opción técnica para convertirse en una necesidad estratégica en el entorno industrial actual. Yazaki Planta 4, ubicada en la ciudad de León, enfrenta una realidad: su operación depende completamente del suministro eléctrico convencional de la red, lo que genera altos costos, vulnerabilidad ante interrupciones y una limitada capacidad de respuesta ante los desafíos ambientales y económicos actuales. A pesar de contar con condiciones geográficas óptimas para el aprovechamiento de la energía solar, la planta aún no ha incorporado tecnologías renovables ni ha estructurado un sistema de gestión energética que le permita identificar, controlar y mejorar su desempeño de manera sistemática.

La presente investigación propone la optimización del consumo energético mediante la integración de un sistema fotovoltaico bajo el enfoque de la norma ISO 50001. Esta norma internacional proporciona un marco metodológico para establecer políticas energéticas, definir objetivos medibles y promover la mejora continua del uso de la energía. Al integrar esta herramienta con el potencial solar de la ciudad de León, se busca no solo reducir el consumo eléctrico convencional, sino también fortalecer la sostenibilidad organizacional y contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular el ODS 7: Energía asequible y no contaminante.

Estudio se estructura en ocho capítulos. Cada uno aporta elementos claves para justificar el proyecto y su impacto positivo en la gestión energética de la planta.

Capítulo I: Planteamiento de la Investigación.

Presenta antecedentes internacionales, nacionales y locales. Se formula la pregunta de investigación, se definen los objetivos, y se justifica la relevancia del estudio. Además, se delimitan los alcances y limitaciones del proyecto.

Capítulo II: Marco Referencial.

Desarrolla el marco conceptual, contextual, legal e institucional que sustentan la investigación.

Capítulo III: Diseño Metodológico.

Describe el enfoque metodológico del estudio, incluyendo el tipo de investigación, clasificación, método de estudios, unidad de análisis, los instrumentos de recolección de datos y la validación del instrumento de investigación juicio de experto.

Capítulo IV: Diagnóstico Situacional.

En el capítulo se presenta el análisis de la situación actual, con el propósito de identificar los principales problemas, oportunidades y factores determinantes que inciden en el tema de estudio.

Capítulo V: Estudio de Ingeniería.

Desarrolla el estudio detallado del consumo energético de Yazaki Planta 4, mediante la recopilación de datos, mediciones y auditorías energéticas realizadas en la planta.

Capítulo VI: Análisis de Resultados.

Se presentan cálculos técnicos, reducción de costos y retorno de inversión. Este capítulo valida la viabilidad técnica y económica del proyecto.

Capítulo VII: Conclusiones.

Resume los principales hallazgos del estudio, destacando la pertinencia de integrar energía fotovoltaica bajo el enfoque ISO 50001.

Capítulo VIII: Recomendaciones.

Propone acciones concretas para la implementación del sistema fotovoltaico y la mejora continua del desempeño energético.

El proyecto no solo busca reducir kilovatios, sino transformar la manera en que Yazaki Planta 4 gestiona y proyecta su energía. Optar por la integración fotovoltaica bajo ISO 50001 no es solo una decisión técnica, es un paso firme hacia la sostenibilidad, la excelencia operativa y el liderazgo energético en Nicaragua.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes y contexto del problema.

La industria manufacturera enfrenta cada vez mayores desafíos para la eficiencia energética, costos de operación y compromiso con el medio ambiente. En particular, empresas como Yazaki, planta 4 en la Ciudad de León, presentan un consumo eléctrico elevado para el funcionamiento continuo de sistemas de iluminación, climatización, equipos claves de producción y procesos administrativos. La alta demanda energética genera impactos significativos en los costos operativos y en la sostenibilidad de la empresa.

La adopción de tecnologías limpias, como la energía fotovoltaica, se ha convertido en los últimos tiempos en una alternativa estratégica y viable. La ciudad de León en el occidente del país posee una ubicación geográfica clave y condiciones óptimas para la generación de energía solar. Sin embargo, a pesar del potencial disponible, muchas instalaciones aún no aprovechan esta fuente renovable de manera efectiva.

En particular, Yazaki Planta 4 no cuenta actualmente con un sistema integrado de energía fotovoltaica, ni con una gestión energética estructurada que permita identificar, evaluar y mejorar su desempeño energético de forma sistemática. Esto representa una oportunidad clara para implementar un modelo de optimización basado en la Norma ISO 50001, la cual establece una guía para desarrollar políticas energéticas, establecer objetivos medibles y promover la mejora continua del uso de la energía.

El marco normativo nacional también favorece este tipo de iniciativas. En los últimos años se han promovido políticas públicas para fomentar la inversión en energías renovables. Esto ha permitido el desarrollo de proyectos solares de diferentes escalas, tanto residenciales como industriales, contribuyendo a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y al fortalecimiento de la matriz energética nacional.

Integrar un sistema fotovoltaico, bajo los lineamientos de la norma ISO 50001, en la planta Yazaki León permitiría no solo disminuir el consumo de energía convencional, sino también avanzar hacia prácticas más sostenibles, reducir costos operativos y alinear sus

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

operaciones con los estándares internacionales de eficiencia energética. Esta iniciativa contribuiría directamente al cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 7: Energía asequible y no contaminante, promoviendo el uso de fuentes renovables y el acceso a tecnologías limpias que fortalezcan la resiliencia ambiental y la competitividad organizacional.

1.1.1 Antecedentes Internacionales.

Como primer antecedente internacional se encontró un estudio titulado: **Auditoría energética de la fábrica plásticos y brochas Wilson S.A. en el marco de la norma ISO 50001 de sistemas de gestión de energía**, año 2020 en Ecuador, elaborado por Nataly Daniela Simbaña Nasimba. La tesis tuvo como objetivo llevar a cabo una auditoría energética en la fábrica en el marco de la norma de Gestión de Energía con la intención de guiar a la planta de Plásticos y Brochas Wilson S.A en la implementación de los sistemas de gestión de la energía, basándose en la norma internacional ISO 50001 y su impacto en la reducción de costos energéticos. Para este estudio se basó en la Auditoría Energética empleando la recopilación de información preliminar, revisión de la factura eléctrica, recorrido de las instalaciones, campañas de mediciones y evaluación de los registros, mediante este proceso conocer su consumo y el uso de la energía en la planta; siendo así para el análisis se empleó algunos equipos de medición entre estos el analizador de redes. Una de las medidas que se propuso para este proyecto es la implementación de un sistema fotovoltaico, con la ayuda de la herramienta PV*SOL se planteó tres escenarios con diferentes capacidades de 34,2, 68,4 y 136,8 kWp, convirtiéndose en la mejor alternativa a largo plazo y reduciendo los impactos de CO₂ al medio ambiente. La implementación de los cambios que se propone, permite a la organización Plásticos y Brochas Wilson S.A., estar en condiciones de mejorar continuamente su desempeño energético, de manera que cumpla con sus compromisos trazados involucrando a todo el personal. Este enfoque resulta aplicable al estudio en Yazaki León, al combinar eficiencia energética y sostenibilidad. (SIMBAÑA, 2020)

Andrea Elizabeth Guamán Batallas expone en su artículo titulado: **Diseño del Sistema de Gestión Energética según la Norma ISO 50001:2018 de eficiencia energética en**

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Productos Minerva Cía. Ltda, en Ecuador, año 2022, donde el objetivo del trabajo es desarrollar el Sistema de Gestión Energética en la empresa Café Minerva mediante la aplicación de la norma ISO 50001, para mejoramiento del desempeño energético y minimización del impacto al medio ambiente. La aplicación de la normativa ISO 50001: 2018 de eficiencia energética en el presente trabajo permitió analizar el estado actual de la empresa frente al cumplimiento de los requisitos establecido. Así mismo, se pudo evaluar el consumo energético en la planta de procesamiento de café mediante la identificación de las fuentes y tipos de energía, de acuerdo con el análisis de Pareto realizado, se determinó el área de mayor importancia a las tostadoras y torradoras, las cuales de igual forma requieren de consumo eléctrico y diésel para su funcionamiento. En los resultados obtenidos de la auditoría interna realizada, se puede evidenciar que hay grandes oportunidades de mejora para el consumo de diésel en el área de las tostadoras debido a que el valor de 18 a 22 galones diésel/ kg de café, representa un elevado consumo, de acuerdo con la información comparativa recopilada, siendo esto de una de las acciones correctivas principalmente a tratar. Este estudio aporta una metodología útil para identificar áreas críticas de consumo energético mediante auditorías internas y análisis de Pareto. Este enfoque permite priorizar acciones correctivas, lo cual resulta aplicable al estudio en Yazaki Planta 4 para optimizar el uso de la energía e integrar soluciones sostenibles como la energía fotovoltaica. (Guamán, 2022)

Se encontró un tercer estudio titulado: **Auditoría e implementación del estudio y análisis de eficiencia energética orientada en la ISO 50001 en la empresa Técnica y Desarrollo (CIGA) – Juliaca**, desarrollado en la Universidad Nacional del Altiplano de Puno en Perú, 2019. Donde el uso ineficiente y la falta de un plan de gestión de la energía, motivó a desarrollar la presente tesis en la empresa, que se dedica a la producción de gases medicinales e industriales, en la cual, se realizó una auditoría energética preliminar, se recolectó datos del medidor para luego extraerlos con el software METERCAT, y desarrollar un plan de gestión energético tomando como referencia el ISO 50001, determinando de esta manera el porqué del alto costo de la

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

tarifa eléctrica. Los resultados más sobresalientes son las medidas sin inversión, con poca inversión y el diseño de un sistema de gestión energético. Llegando a realizar los distintos estudios y análisis se logró demostrar que se puede llegar a ahorrar un 7.8% de costos solo tomando medidas correctivas en la opción tarifaria y así mismo un 33% en Potencia de ahorro en la zona de producción a través del cambio de luminarias, el ahorro sería significativo si se lograría implementar las distintas opciones de mejora desarrollada en la presente tesis. (Arpi & Chacolli, 2019)

1.1.2 Antecedentes Nacionales.

Se encontró una primera tesis con el título: **Auditoría energética en el Supermercado La Colonia, del municipio de Estelí, con énfasis en autogeneración de energía en el II semestre año 2016.**, realizada por Yadira Isabel Chavarría Lorío, Sara Liseth Gutiérrez Camas y Elisa del Rosario Peralta Calderón. En la investigación se llevó a cabo una auditoría energética integral en el Supermercado La Colonia con el propósito de identificar las oportunidades de ahorro energético, proponer medidas de eficiencia y evaluar la viabilidad técnica y económica de implementar un sistema de autogeneración eléctrica basado en energía fotovoltaica. La autora analizó detalladamente los patrones de consumo de energía eléctrica en las distintas áreas del supermercado, tales como refrigeración, iluminación, aire acondicionado y equipos electromecánicos. Uno de los aportes relevantes de este trabajo fue el enfoque técnico en la recopilación de datos mediante herramientas de medición directa y la comparación con estándares nacionales e internacionales de eficiencia energética. En este sentido se presentó una propuesta de sistema fotovoltaico con simulación de producción anual, estimación de ahorro en la factura eléctrica y retorno de inversión. La tesis demostró que el uso de paneles solares en establecimientos comerciales no solo es viable, sino que puede contribuir significativamente a la sostenibilidad y reducción de costos operativos a largo plazo. (Peralta, Gutiérrez, & Chavarría, 2017)

En segundo antecedente se encontró un proyecto titulado: **Implementación de auditoría energética en FAREM-Estelí en el segundo semestre 2020**, por Gaudy Dormus y Hamy Thimpson, con el objetivo de implementar una auditoría energética que

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

permitiera identificar las principales áreas de consumo dentro de la institución. El estudio abordó diferentes componentes del uso energético, especialmente los sistemas de climatización, la iluminación y el consumo eléctrico de equipos. A partir de los datos recolectados, se logró determinar que existían ciertos sectores, como los pabellones 1 y 2, que presentaban altos niveles de consumo mensual. Esta investigación no solo se limitó al diagnóstico del consumo, sino que también propuso medidas para mejorar la eficiencia energética, incluyendo una evaluación técnica, económica y ambiental de las soluciones sugeridas. Una de las acciones destacadas fue la propuesta de implementar un sistema de energía fotovoltaica en el área del auditorio, específicamente para el sistema de iluminación, lo que indicaba una clara intención de introducir fuentes renovables como parte de la solución al consumo elevado. (Dormus & Thimpson, 2021)

Se encontró un tercer estudio de Alma Ligia Barrios López, titulado: **Diseño de un Sistema de Gestión de la Energía, de acuerdo a la ISO 50001 (Gestión de la Energía) en la empresa DRY CLEAN U.S.A. Ubicada en el Km 3 carreta a Masaya**, con el objetivo de diseñar un Sistema de Gestión de la Energía para la empresa, que permita mejorar su desempeño energético, basado en los requisitos establecidos en la norma Técnica Nicaragüense, Sistema de Gestión de la Energía, requisitos con orientación para su uso (NTN 10 001-13 / ISO 50001). El estudio se enfoca en los análisis de la demanda de los energéticos utilizados en el proceso de lavado en seco. Donde se identificó que el sistema de máquinas utilizadas en el proceso de lavado en seco, representa el 40% del consumo de energía eléctrica total, mientras el sistema de ventilación consume el 28% del total. En términos de consumo energético, se detectó un ahorro mensual de aproximadamente 1,621 kWh y una disminución en la demanda de 10 kW. Las estrategias propuestas incluyen la optimización de la tarifa eléctrica contratada, la corrección del factor de potencia, el reemplazo de luminarias por opciones más eficientes y la promoción de una cultura organizacional orientada al uso racional de la energía. Al ejecutar estas acciones de manera conjunta, es posible acortar los plazos de retorno de la inversión inicial, estimada en U\$1,895.00, frente a un ahorro anual proyectado de U\$10,344.64. (Barrios, 2017)

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

1.1.3 Antecedentes Locales.

Como primer antecedente local, se encontró un estudio desarrollado por Juan Carlos Quino Carballo y Lenon Michael Téllez Mercado, titulado: **Diagnóstico de eficiencia energética en las instalaciones del Hotel La Posada del Doctor ubicada en León, Nicaragua**, donde el diagnóstico tuvo la finalidad de medir y establecer la eficiencia de los equipos de climatización, luminarias y otros equipos de consumo, esto ayudaría a determinar si es necesario la sustitución por equipos más eficientes. Se tuvo como idea principal reducir los costos de operación del hotel, debido a la gran variedad y tipos de equipos que existen en la actualidad, este estudio solo se centró en el sistema de luminarias y equipos de climatización. El consumo en 2019 de la empresa es de 32,587 KWh/año con un monto por pagar de USD1 8,727.34 al año, los aires acondicionados representan 30,602 KWh/año del consumo anual del hotel, al sustituir estos equipos por unidades más eficientes se obtendrá un ahorro de 18,602.04 KWh/año equivalente a USD 3,297.23 la inversión estimada es de USD 17,079.14 la cual se recuperaría en el periodo de tres (3) años. Para ello, se realizaron mediciones en sitio, inspecciones técnicas y análisis comparativos entre el consumo real y el consumo óptimo esperado. Como resultado del diagnóstico, se identificaron oportunidades de mejora significativas, entre ellas la sustitución de luminarias incandescentes por lámparas LED, la instalación de sensores de presencia en áreas comunes, y el reemplazo de aires acondicionados obsoletos por modelos con tecnología inverter de alta eficiencia. (Quino & Téllez, 2019)

Juan José Borge Acosta, Fernando Otoniel Martínez Calderón y Maynor Keny Osabas Sánchez, presentaron el proyecto: **Estudio de prefactibilidad para la implementación de un proyecto de energía solar en el campus UCC - León en el periodo comprendido de julio a noviembre 2023**, con el objetivo de evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental de la implementación de un sistema de energía solar en el Campus de la Universidad en la ciudad de León. Durante el periodo de julio a noviembre de 2023, se realizaron estudios para determinar la capacidad de generación de energía solar en el campus, utilizando la metodología cuantitativa de manera descriptiva donde se utilizó como instrumento de recolección de datos la entrevista y el

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

análisis documental, considerando factores como la radiación solar local, la infraestructura disponible y las necesidades energéticas actuales y proyectadas de la institución. Se llevaron a cabo análisis de costos, incluyendo la adquisición e instalación de los paneles solares, así como los costos de mantenimiento a largo plazo. Se presentaron posibles fuentes de financiamiento y estrategias de mantenimiento a largo plazo, con el objetivo de garantizar la viabilidad financiera y la sostenibilidad del proyecto a largo plazo. El estudio concluyó con una serie de recomendaciones detalladas sobre los pasos a seguir para la implementación efectiva del proyecto. Este estudio aporta evidencia local sobre la viabilidad técnica y financiera de integrar energía fotovoltaica en organizaciones, fortaleciendo el enfoque hacia la optimización del consumo energético. (Borge, Martínez, & Osabas, 2023)

Se encontró un tercer estudio con el título: **Diseño de un Sistema de Gestión Energética por medio de la norma ISO 50001 en Planta 4 Yazaki en el departamento de León, en el periodo comprendido de enero a junio 2024**, presentado por Linda Nayely Lira Flores, Ashley Madiel Salaverri Laynez e Itza Alejandra Lindo Luna. El objetivo principal del proyecto fue formular propuestas de mejora que permitan a la empresa optimizar su sistema de gestión energética, alineándose con los requisitos de la norma ISO 50001. La metodología empleada tuvo un enfoque cuantitativo, centrándose en dos aspectos fundamentales: la recopilación y análisis de la información requerida por la norma ISO 50001, y la evaluación del grado de cumplimiento actual de la empresa. Para ello, se llevaron a cabo verificaciones físicas detalladas de las instalaciones de la planta y un análisis exhaustivo de los métodos y prácticas de gestión energética implementados en Yazaki. Durante la fase de verificación, se utilizó una lista de verificación específica basada en los requisitos de la ISO 50001. Este análisis incluyó un enfoque particular en las instalaciones del área de proceso y sus alrededores, identificando oportunidades para mejorar la eficiencia energética y reducir el consumo. Entre las mejoras sugeridas se encuentran la optimización de sistemas de iluminación, la implementación de tecnologías de energía renovable y la mejora de los procedimientos operativos. Uno de los aportes más relevantes para el proyecto en desarrollo, es la

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

sugerencia de impulsar el uso de fuentes de energía renovable como una estrategia clave para la optimización del consumo energético. En este sentido, el presente estudio retoma dicha recomendación mediante la propuesta específica de integrar un sistema de energía fotovoltaica, enfocándose no solo en el cumplimiento normativo, sino también en soluciones sostenibles que fortalezcan el desempeño energético de la planta. (Flores, Salaverri, & Lindo, 2024)

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General.

- Optimizar el consumo energético en Yazaki planta 4 de la ciudad de León, mediante la integración de energía Fotovoltaica bajo el enfoque de la norma ISO 50001, periodo comprendido de julio a octubre 2025.

1.2.2 Objetivos Específicos.

- Diagnosticar situación actual de la empresa Yazaki Planta 4 en cuanto al desempeño y prácticas de gestión energética.
- Cuantificar el consumo energético de los equipos críticos en la planta, determinando los principales focos de demanda.
- Analizar los requisitos de la norma ISO 50001 para la implementación de un sistema Fotovoltaico mediante la realización de una auditoria energética.
- Desarrollar una propuesta técnica y económica para la integración de un sistema de energía fotovoltaica, que contribuya a la optimización del consumo energético de la red.

1.3 Descripción del problema y pregunta de investigación.

El crecimiento sostenido del consumo energético a nivel mundial representa un desafío crítico para la sostenibilidad ambiental, la estabilidad económica y la eficiencia operativa de las organizaciones. Las emisiones globales de dióxido de carbono del sector energético alcanzaron un récord por cuarto año consecutivo el año pasado, ya que el uso de combustibles fósiles siguió aumentando incluso cuando la energía renovable alcanzó un máximo histórico. El mundo experimentó un aumento anual del 2% en el suministro total de energía en 2024 y todas las fuentes de energía registraron aumentos. Esto provocó que las emisiones de carbono aumentaran alrededor de un 1% en 2024 y superaran el nivel récord establecido el año anterior en 40,8 gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente. (Reuters, 2025)

Yazaki Planta 4, ubicada en la ciudad de León, no está exenta de esta realidad. Su proceso de manufactura, altamente intensivo en consumo eléctrico, depende completamente del suministro proveniente de la red pública, la cual presenta variaciones tarifarias y vulnerabilidad ante interrupciones o sobrecargas. A pesar de que Nicaragua posee un alto potencial solar, con una radiación promedio superior a los 5,5 kWh/m² diarios, la planta aún no ha incorporado fuentes de energía renovable como los sistemas fotovoltaicos, los cuales representan una alternativa viable para reducir la dependencia energética externa y los costos asociados.

El consumo eléctrico no gestionado de forma sistemática impide a la planta identificar ineficiencias críticas, pérdidas energéticas y oportunidades de mejora. Actualmente, Yazaki Planta 4 no cuenta con un sistema de gestión energética alineado con la norma ISO 50001, lo que limita la planificación estratégica de inversiones sostenibles. Esta situación evidencia la necesidad de implementar una gestión energética estructurada e integrar fuentes de energía limpia que permita optimizar el uso de los recursos y mejorar la competitividad de la empresa.

Pregunta de Investigación: “¿Cómo optimizar el consumo energético en Yazaki planta 4, integrando un sistema de energía fotovoltaica conforme a la norma ISO 50001?”

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

1.4 Justificación

El consumo energético representa un componente clave en la operación de Yazaki planta 4, esta realidad adquiere mayor relevancia debido al ritmo constante de producción y la alta demanda energética de sus procesos. Ante esta situación, optimizar el uso de la energía se presenta como una oportunidad estratégica para incrementar la eficiencia operativa, reducir costos fijos y fortalecer la gestión de los recursos.

La integración de un sistema de energía fotovoltaica ha sido históricamente un proyecto ganador como una alternativa técnica viable en la optimización de consumo de energía de la red, alineada con las necesidades de la planta de Yazaki y el desempeño energético del país. Gracias a la alta radiación solar del occidente de Nicaragua, el aprovechamiento de esta fuente renovable puede complementar de forma eficaz el suministro eléctrico actual, permitiendo reducir el consumo proveniente de la red y mitigar el efecto de futuras variaciones en los costos de energía. Esta medida también mejora la estabilidad del sistema eléctrico interno e impulsa una visión de largo plazo centrada en la autosuficiencia energética.

Así mismo, la aplicación del enfoque de la norma ISO 50001 permite estructurar y formalizar un Sistema de Gestión de la Energía que garantice una mejora continua en el desempeño energético de la organización. Esta herramienta facilita el control de consumos, la definición de metas específicas y la toma de decisiones en base a datos confiables. Su implementación no solo contribuye al cumplimiento de estándares internacionales, sino que también fortalece la cultura organizacional en relación a la eficiencia y el uso racional de la energía.

El proyecto se alinea a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en específico el No. ° 7, que promueve el acceso a energía asequible, segura y moderna. La integración de tecnologías limpias, combinada con una gestión energética estructurada, posiciona a Yazaki como una empresa innovadora, alineada con las tendencias globales en eficiencia energética, responsabilidad corporativa y cumplimiento de metas sostenibles establecidas por la Organización de Naciones Unidas.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Beneficiarios con la implementación:

Grupo corporativo e inversionistas: La optimización del consumo energético refuerza la competitividad y rentabilidad de Yazaki a nivel global, incrementando la confianza de los accionistas y generando condiciones favorables para futuras inversiones. El proyecto demuestra una gestión eficiente de recursos que se traduce en reducción de costos operativos y estabilidad financiera a largo plazo.

Colaboradores de la planta: La mejora del entorno laboral y la adopción de prácticas energéticas sostenibles fomentan la participación activa del personal. Su capacitación en gestión energética y su compromiso con la sostenibilidad fortalecen la cultura interna de responsabilidad ambiental y eficiencia operativa.

Comunidad académica: El estudio y su implementación aportan información práctica para el desarrollo de investigaciones futuras y proyectos académicos orientados a la innovación energética. En particular, favorece la vinculación entre la Universidad de Ciencias Comerciales (UCC) y el sector industrial, promoviendo el intercambio de conocimientos y el aprendizaje aplicado.

Entorno social y ambiental local: La reducción de la dependencia de fuentes convencionales de energía y el uso de una fuente más limpia contribuyen a disminuir las emisiones indirectas y a mejorar la calidad ambiental de la zona.

1.6 Alcances y Limitaciones.

Alcances del estudio:

El alcance del proyecto abarca el diagnóstico energético de la Planta 4 de Yazaki, mediante el análisis detallado del comportamiento del consumo eléctrico en las áreas operativas y administrativas, con el fin de identificar oportunidades de mejora en la eficiencia. Incluye el análisis de los equipos y momentos de mayor consumo energético, determinando equipos que generan un impacto significativo en el uso de la energía y evaluando su viabilidad técnica para integrarse con fuentes renovables. De igual manera, comprende una evaluación técnico-económica de la energía fotovoltaica, orientada a analizar el potencial de implementación de paneles solares como una solución sostenible y rentable, considerando factores como la irradiación solar, la superficie disponible y el retorno de inversión. Con base en estos resultados, se desarrolla un plan estratégico de implementación. Además, el proyecto contempla la alineación con la norma ISO 50001, incorporando sus principios como marco metodológico para fortalecer la sostenibilidad organizacional y estandarizar prácticas eficientes dentro de la planta. Finalmente, se busca contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en especial al ODS No. 7, promoviendo el acceso a una energía asequible, segura y sostenible en coherencia con las metas internacionales de eficiencia energética y responsabilidad ambiental.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Limitaciones del estudio:

- **Condicionantes normativos y regulatorios:** Cambios futuros en normativas energéticas locales o internacionales podrían modificar la viabilidad técnica o legal de las propuestas planteadas.
- **Resistencia organizacional al cambio:** La adopción de nuevas metodologías puede verse limitada por el marco de certificaciones vigentes en la empresa.
- **Disponibilidad temporal de datos operativos:** El análisis se limitará a un periodo específico, lo que impide establecer tendencias de largo plazo.
- **Factores externos no controlables:** Elementos como variabilidad climática, fluctuaciones en costos de tecnología solar o incentivos gubernamentales pueden impactar en los resultados proyectados.
- **Tiempo de desarrollo del estudio:** La duración limitada del estudio, comprendida entre los meses de junio a noviembre de 2025, podría restringir la profundidad del análisis energético, dificultando la identificación de patrones de consumo estacional o variaciones significativas a largo plazo. Esta restricción temporal condiciona la posibilidad de observar el comportamiento energético completo de la planta durante todo un año calendario.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

1.7 Variables.

Tabla 1
Variables del Proyecto

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operativa | Dimensiones | Indicadores |
|--|---|---|---|--|
| Integración de energía fotovoltaica bajo el enfoque de la norma ISO 50001 (Variable Independiente) | Uso de energía solar mediante sistemas fotovoltaicos, bajo normas de gestión energética ISO 50001 para optimizar el consumo energético. | Implementación de un sistema fotovoltaico en Yazaki Planta 4 según criterios técnicos y de gestión de energía establecidos en la norma ISO 50001. | -Propuesta técnica del sistema fotovoltaico. -Propuesta económica. -Cumplimiento de ISO 50001 -Beneficios de Implementación. | -Número de paneles a instalar -Capacidad a instalar (kWp). -Nivel de cumplimiento de ISO 50001. -Inversión realizada (\$) |
| Optimización del consumo energético (Variable Dependiente) | Optimización del consumo de energía mediante métodos eficientes para minimizar pérdidas y costos en una planta industrial. | Disminución del consumo eléctrico y costos en Yazaki Planta 4 luego de la implementación del sistema solar. | -Consumo eléctrico -Ahorro energético -Costos energéticos | -Consumo mensual antes y después (kWh). -Porcentaje de ahorro energético. -Costo mensual de energía (\$) |

Fuente: Elaboración de Autores

CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco Conceptual.

Energía.

La energía constituye un recurso esencial para la vida humana y el desarrollo. Está presente en todas las actividades humanas y es imprescindible para garantizar el ejercicio de múltiples derechos: la educación, la salud, la alimentación, el trabajo, la movilidad y la comunicación. Su provisión, calidad y sustentabilidad son factores clave para alcanzar un desarrollo humano sostenible. Es un bien estratégico que permite a las personas ampliar sus capacidades y libertades. (PNUD, 2020)

La energía es una fuerza vital que impulsa todo el universo, desde el movimiento de los cuerpos celestes hasta el latido del corazón humano. En su esencia, la energía es la capacidad de un sistema para realizar trabajo o causar un cambio. Esta capacidad se manifiesta en una variedad de formas, incluyendo la energía cinética del movimiento, la energía potencial almacenada en objetos en reposo, la energía térmica que fluye en los procesos de calor, y la energía eléctrica que impulsa nuestras tecnologías modernas. (Flores, Salaverri, & Lindo, 2024)

Potencia eléctrica.

La potencia eléctrica es una magnitud fundamental en sistemas de corriente alterna, ya que permite cuantificar cómo se transfiere la energía desde un generador a una carga dentro de un circuito. Según la teoría electromagnético, esta transferencia no es uniforme, pues depende de la interacción entre tensión, corriente y el desfase angular entre ellas. Se distinguen tres tipos de potencia; Potencia activa (P) es la energía útil que realmente se transforma en trabajo, la Potencia Reactiva (Q) representa la energía que se alterna entre el generador y los elementos como bobinas y condensadores, y la Potencia Aparente (S) que es la combinación vectorial de ambas indicando la totalidad de energía eléctrica involucrada en el sistema. (Rodríguez, 2013)

Voltaje.

El voltaje se encuentra como una de las magnitudes fundamentales en el análisis de los circuitos eléctricos, representando la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. Esta magnitud permite cuantificar el trabajo que realiza el campo eléctrico al trasladar una unidad de carga entre dichos puntos. En los sistemas eléctricos. Su presencia determina la capacidad de impulsar corriente a través de los conductores, estableciendo así el funcionamiento de generadores, receptores y demás elementos del circuito. (Rodríguez, 2013)

Corriente eléctrica.

La corriente eléctrica en el estudio de la física es esencial, se define como el flujo organizado de electrones o cargas eléctricas a través de un material conductor. Esta magnitud física se mide en Amperios y su naturaleza es distinta a la del voltaje. La relación entre ambos conceptos se ejemplifica mediante una analogía con un sistema hidráulico, donde la corriente es el equivalente al caudal de agua, mientras que el voltaje corresponde a la presión que lo impulsa. (Hernandez, 2016)

Consumo racional de energía.

Se fundamenta en la necesidad de aplicar un enfoque sistemático, consciente y eficiente para reducir las pérdidas y garantizar el buen consumo de los recursos energéticos. Se parte del principio de que toda energía suministrada a un proceso no puede transformarse completamente y que parte de ella se disipa de manera inevitable. Racionalizar implica conocer a fondo el sistema energético, medir los consumos y establecer planes con metas claras. Racionalizar el consumo de energía significa actuar con lógica, planificar y tener compromiso. (Posada, 2002)

Eficiencia Energética.

Las mejoras en la eficiencia energética se refieren a la reducción de la energía utilizada para un determinado servicio (calefacción, iluminación) o nivel de actividad. La reducción en el consumo de energía se asocia generalmente a cambios tecnológicos, pero no siempre, ya que también puede resultar de un mejor organización y gestión o cambios de comportamiento (factores no técnicos). Para los economistas, la eficiencia energética tiene un significado más amplio: abarca todos los cambios que se traducen en la disminución de la cantidad de la energía utilizada para una unidad de actividad económica.

Mejorar la eficiencia energética refleja los resultados de acciones destinadas a reducir la cantidad de energía utilizada para un determinado nivel de servicios, compra de equipos eficientes, inversiones de adaptación para reducir el consumo de edificios o instalaciones existentes o evitar el consumo innecesario de energía. Evitar el consumo innecesario, es sin duda un asunto de comportamiento individual, pero también es, a menudo, una cuestión de equipo adecuado: control térmico de la temperatura ambiente o desactivación automática de las luces cuando no se usan. (World Energy Council, 2010)

La eficiencia energética es una de las vías con mayor potencial para mitigar las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero. Contamos con una estrategia de descarbonización que incluye todas las tecnologías disponibles, incluyendo las llamadas tecnologías disruptivas, y entre cuyos ejes de trabajo destacan la eficiencia energética, la generación y el autoconsumo de electricidad renovable, el hidrógeno renovable, las soluciones de economía circular y los combustibles sintéticos o de baja huella de carbono.

El concepto de uso eficiente de la energía hace referencia a la capacidad para obtener los mejores resultados en cualquier actividad empleando la menor cantidad posible de recursos energéticos. Nos permite reducir el consumo de cualquier tipo de energía y con ello los posibles impactos ambientales asociados a ella. Esto es aplicable desde la generación de dicha energía hasta su consumo final. Con la eficiencia energética se

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

trata por tanto de mantener el mismo rendimiento de la actividad, pero incorporando una serie de modelos de gestión sostenibles, hábitos responsables e inversiones en innovación tecnológica. (Repsol, Repsol, 2025)

¿Cuáles son los beneficios de la eficiencia energética?

Invertir en medidas que mejoren la eficiencia energética tiene efectos muy positivos en todos los ámbitos. Según (Repsol, Repsol, 2025), estos son algunos de los beneficios claves que evidencian la relevancia estratégica de la eficiencia energética en la industria actual, como se sintetiza en la siguiente figura:

Figura 1
Beneficios de la eficiencia energética



Fuente: Elaboración de Autores

Gestión Energética.

La gestión energética es el conjunto de acciones y procesos que buscan optimizar el consumo energético, con el objetivo de racionalizar y reducir costes, sin que ocasione ningún perjuicio a los consumidores. Es la planificación de la producción y el consumo de energía. Todos los agentes de la sociedad, desde empresas hasta personas individuales, son cada vez más conscientes de la necesidad de gestionar y consumir la energía de una manera más eficiente, lo que ayuda a preservar el medioambiente. La gestión eficiente de energía y el respeto al medioambiente son conceptos muy importantes para el desarrollo de una sociedad avanzada.

Por ello, se debe fomentar una serie de acciones que optimizan y mejoran el consumo de energía. Este concepto está directamente relacionado con la eficiencia energética, que es el uso eficiente de la energía para producir un determinado producto o servicio,

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

lo que engloba todas las acciones que se pueden implementar a través de análisis, monitorización y optimización. Cuanto mejor sea la gestión y ahorro energético, mayor será la eficiencia energética. (Repsol, 2023)

Auditoría Energética.

La auditoría energética es una herramienta que permite el análisis sistemático de la situación energética de una empresa o institución, con el propósito de conocer su desempeño energético actual, por lo cual comúnmente se habla también de un diagnóstico energético. Los principales objetivos de una auditoría son conocer las características y el comportamiento del consumo energético en una institución, así como identificar los principales usos de energía en sus procesos y actividades. Se busca evaluar el nivel de eficiencia en el uso y aprovechamiento de la energía, tanto a nivel general como en los equipos y maquinaria clave que requieren energía para su funcionamiento y para las prestaciones que brindan. (Ministerio de Hidrocarburos y Energías, 2022)

Optimización energética.

Es el proceso de maximizar la eficiencia en el uso de energía dentro de una organización o empresa. Implica identificar oportunidades para reducir el consumo de energía sin sacrificar la calidad de los servicios o productos ofrecidos. Esto puede lograrse mediante la implementación de tecnologías más eficientes, la mejora de procesos y la adopción de prácticas que minimicen el desperdicio energético. (Berrade, 2023)

Política Energética.

La política energética es un tema clave en la agenda mundial y cada vez adquiere mayor relevancia debido a la necesidad de encontrar soluciones sostenibles y eficientes para el suministro de energía. En este sentido, la norma ISO 50001 se ha convertido en una herramienta fundamental para la gestión de la energía en empresas y organizaciones, lo que contribuye a la reducción del impacto ambiental y al ahorro de costos.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Las políticas energéticas son estrategias que establecen los gobiernos de diferentes países para garantizar el suministro de energía de forma segura, sostenible y a un precio justo. Estas políticas están diseñadas para cubrir todas las áreas relacionadas con la energía, desde la producción y distribución hasta el consumo final.

La eficiencia energética es uno de los aspectos clave de las políticas energéticas y consiste en utilizar la energía de manera más eficiente, reduciendo así el consumo de energía y disminuyendo el impacto ambiental. Esto se logra mediante el uso de tecnologías más eficientes y la implementación de medidas que promuevan la conservación de la energía.

En el ámbito de las políticas ambientales, juega un papel fundamental en la lucha contra el cambio climático y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. En este sentido, es importante que los países establezcan objetivos y metas ambiciosas para reducir las emisiones y promover la transición hacia fuentes de energía renovable y sostenible. (Merdinian, 2023)

Buenas prácticas en Políticas Energéticas.

Diversos países alrededor del mundo han implementado políticas energéticas que pueden considerarse buenas prácticas por su efectividad y enfoque sostenible, entre las que destacan:

1. **Promoción de las energías renovables:** Las políticas que incentivan el uso de fuentes de energía renovable, como la energía solar, eólica e hidráulica, son fundamentales para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la mitigación del cambio climático.
2. **Eficiencia energética:** Las políticas que promueven el uso eficiente de la energía, a través de la implementación de tecnologías más eficientes y la reducción del consumo de energía, son fundamentales para la reducción de la demanda energética y el ahorro de costos.
3. **Planificación y gestión de la energía:** La planificación y gestión de la energía son fundamentales para garantizar el suministro de energía de forma segura y

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

sostenible. La implementación de políticas que fomenten una gestión más eficiente de la energía puede contribuir a la reducción del impacto ambiental y el ahorro de costos.

4. **Incentivos y financiamiento:** La implementación de políticas que incentiven la inversión en tecnologías más eficientes y en fuentes de energía renovable, así como el acceso a financiamiento, pueden ser fundamentales para el desarrollo de la industria energética y la transición hacia un modelo más sostenible.

Multímetro.

Un multímetro es un instrumento electrónico usado ampliamente por técnicos e ingenieros. Este sirve para medir las tres características eléctricas básicas: voltaje, corriente y resistencia, aunque también puede ser empleado para probar la continuidad entre dos puntos de un circuito eléctrico. Este dispositivo tiene distintas funcionalidades, ya que puede usarse como amperímetro, voltímetro y óhmetro. Un multímetro puede ser empleado para probar baterías, cableado eléctrico, motores eléctricos y fuentes de energía. Se trata de una de las herramientas infaltables para cualquier trabajador del área eléctrica, ya que ofrecen un alto grado de certeza al medir los parámetros en un circuito eléctrico.

Proyección de Consumo.

Es un proceso mediante el cual se estima cuánta energía se va a necesitar en periodo futuro. Esto se hace analizando datos históricos, uso y factores que pueden influir en la demanda. Es una herramienta importante para planificar de manera eficiente y evitar gastos innecesarios por mal dimensionar el consumo. Proyectar el consumo nos ayuda a tomar decisiones más acertadas para garantizar que la demanda sea satisfecha de manera óptima y económica.

Energías Renovables.

Las fuentes de energía renovable están en todo nuestro alrededor: agua, viento, sol y cada vez más personas la utilizan como parte de su vida diaria. Esta se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

que contienen o por ser capaces de regenerarse por medios naturales. En consideración de su grado de desarrollo tecnológico y su nivel de penetración en la matriz energética de los países, las Energías Renovables se clasifica en Convencionales y No convencionales. Dentro de las primeras se considera a las grandes centrales hidroeléctricas; mientras que dentro de las segundas se ubica a las generadoras eólicas, solares fotovoltaicos, solares térmicas, geotérmicas, mareomotrices, de biomasa y las pequeñas hidroeléctricas. (Spiegeler & Cifuentes, 2014)

Energía Solar.

La energía solar se ha consolidado como una de las fuentes renovables más empleadas, debido a sus ventajas en términos de sostenibilidad ambiental y a la facilidad con la que puede implementarse para generar electricidad. Esta tecnología aprovecha la radiación solar proveniente del Sol, una estrella que permanecerá activa en nuestra órbita terrestre durante millones de años. Se considera una fuente renovable porque proviene de un recurso natural inagotable: el Sol.

En virtud y gracias a la energía solar se puede reducir y quizás en un futuro no muy lejano, eliminar por completo el consumo de fuentes de energías fósiles (carbón, petróleo y gas), que con el tiempo son agotables y que han traído como consecuencias en su uso (o mal uso) un aumento considerable de la contaminación de mares, ríos, zonas forestales y principalmente la debilitación de nuestra capa protectora de ozono ante los efectos de la radiación solar. (Melendez, 2021)

Existen dos modalidades principales de aprovechamiento de la energía solar:

- **Energía solar fotovoltaica:** Se genera mediante paneles fotovoltaicos que transforman la luz solar en energía eléctrica. Estos paneles están compuestos por células elaboradas con materiales semiconductores, capaces de producir corriente eléctrica. Esta electricidad puede emplearse para alimentar aparatos electrónicos, cargar baterías o integrarse a sistemas de distribución eléctrica.
- **Energía solar térmica:** Consiste en utilizar el calor del sol para elevar la temperatura de agua u otros fluidos. Para ello, se emplean colectores solares

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

térmicos, que contienen tubos o superficies diseñadas para captar la radiación solar y transferirla al líquido que circula por ellos. Esta forma de energía se aplica en el calentamiento de agua para uso doméstico, piscinas, procesos industriales e incluso en la generación de electricidad mediante tecnologías de concentración térmica.

Ambas variantes representan soluciones energéticas sostenibles y renovables. La energía fotovoltaica se orienta principalmente a la producción de electricidad, mientras que la térmica se destina al calentamiento de fluidos y sistemas de calefacción.

Los sistemas de aprovechamiento de energía solar se dividen en dos grupos: pasivos y activos. Los pasivos no requieren de dispositivos para la captación de la energía solar, esta se realiza mediante la aplicación de elementos arquitectónicos bioclimáticos que tengan una estrecha relación con el sol, capaces de dispersar la luz. Por otro lado, los sistemas activos necesitan dispositivos para captar la radiación, como los paneles fotovoltaicos. (Daniel, Velarde, Abel, & Solís, 2019)

Radiación Solar.

La radiación solar es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol. El sol se comporta prácticamente como un cuerpo negro que emite energía siguiendo la ley de Planck a una temperatura de unos 6000 K. La radiación solar se distribuye desde infrarrojo hasta ultravioleta. No toda la radiación alcanza la superficie de la tierra, pues las ondas ultravioletas, más cortas, son absorbidas por los gases de la atmósfera fundamentalmente por el ozono. La magnitud que mide la radiación solar que llega a la tierra es la irradiancia, que mide la energía que, por unidad de tiempo y área, alcanza a la tierra. Su unidad es el W/m^2 (vatio x metro cuadrado). (Barberá, s. f.)

La radiación solar es una energía emitida por el sol, la cual se propaga en forma de ondas electromagnéticas a través del espacio en múltiples direcciones. Esta energía se origina por una serie de reacciones de fusión nuclear que ocurren en el sol. Cada vez son más los beneficios que se pueden obtener de la radiación solar. Lo anterior se debe a que producto de las consecuencias del cambio climático, las sociedades cada vez han ido

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

tomando más conciencia con respecto al uso eficiente de los recursos de los cuales disponen, por lo que han trascendido paulatinamente a sociedades más eficiente y sostenible a través de la implementación de energías renovables no convencionales, energías limpias que ayudan en la descontaminación del planeta al no emitir ningún tipo de gas contaminante, siendo la energía solar, energía que se obtiene de la radiación solar, una de ellas. (Solcor Chile, 2021)

La radiación solar que alcanza la Tierra puede aprovecharse por medio del calor que produce, como también a través de la absorción de la radiación. Es una de las llamadas energías renovables particularmente del grupo no contaminante, conocido como energía limpia o energía verde. La potencia de la radiación varía según el momento del día, las condiciones atmosféricas que la amortiguan y la latitud. Se puede asumir que en buenas condiciones de irradiación el valor es de aproximadamente 1000 W/m² en la superficie terrestre. A esta potencia se le conoce como irradiancia.

La radiación es aprovechable en sus componentes directa y difusa, o en la suma de ambas. La radiación directa es la que llega directamente del foco solar. Sin reflexiones o refracciones intermedias. La difusa es la emitida por la bóveda celeste diurna gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en la atmósfera, en las nubes y el resto de elementos atmosféricos y terrestres. La radiación directa puede reflejarse y concentrarse para su utilización, mientras que no es posible concentrar la luz difusa que proviene de todas las direcciones. La irradiancia directa normal (o perpendicular a los rayos solares) fuera de la atmósfera, recibe el nombre de constante solar y tiene un valor medio de 1,354 W/m² (que corresponde a un valor máximo en el perihelio de 1,395 W/m² y un valor mínimo en el afelio de 1308 W/m²). (Barberá, s. f.)

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Mapa potencial eléctrico fotovoltaico en Nicaragua.

Figura 2

Mapa potencial eléctrico fotovoltaico en Nicaragua



Fuente: Mapa de recursos solares 2021 Solargis.

El mapa de irradiación solar directa normal (DNI) de Nicaragua evidencia un alto potencial para el aprovechamiento de esta fuente energética. Regiones como Chinandega, León y Managua presentan valores diarios superiores a 5.5 kWh/m², lo que las convierte en zonas estratégicas para la instalación de sistemas solares térmicos y fotovoltaicos. Áreas como Bluefields y Puerto Cabezas muestran valores más bajos, cercanos a los 3.0 kWh/m², lo que sugiere una menor eficiencia sin optimización tecnológica. En términos anuales, el rango de irradiación solar en el país oscila entre 949 y 2198 kWh/m², posicionando a Nicaragua como un territorio con condiciones favorables para el desarrollo de tecnologías solares, tanto en el ámbito residencial como institucional.

Según (IceeBook, 2025) la Radiación Solar se caracteriza por:

1. Espectro Electromagnético

La radiación solar está compuesta por varios tipos de ondas electromagnéticas, que incluyen:

- **Luz ultravioleta (UV):** Representa un pequeño porcentaje, pero es crucial en la producción de vitamina D en los seres humanos. La sobreexposición puede causar problemas de salud.
- **Luz visible:** Es la porción percibida por el ojo humano y es esencial para la fotosíntesis.
- **Radiación infrarroja:** responsable del calor que sentimos del Sol, clave para el equilibrio térmico de la Tierra.

2. Variabilidad

La cantidad de radiación que llega a la superficie terrestre varía según la hora del día, la latitud, la estación del año y las condiciones atmosféricas. Esto también influye en el clima global y en los patrones meteorológicos.

3. Efecto en el Clima

La radiación solar es el principal factor en el efecto invernadero y el calentamiento global. La radiación que llega a la atmósfera es absorbida por gases como el dióxido de carbono y el metano, elevando la temperatura global.

Tipos de Radiación Solar

Radiación Directa: Es la energía que llega directamente del Sol sin ser dispersada por la atmósfera. Es la forma de radiación más intensa y es aprovechada en tecnologías como los paneles solares fotovoltaicos.

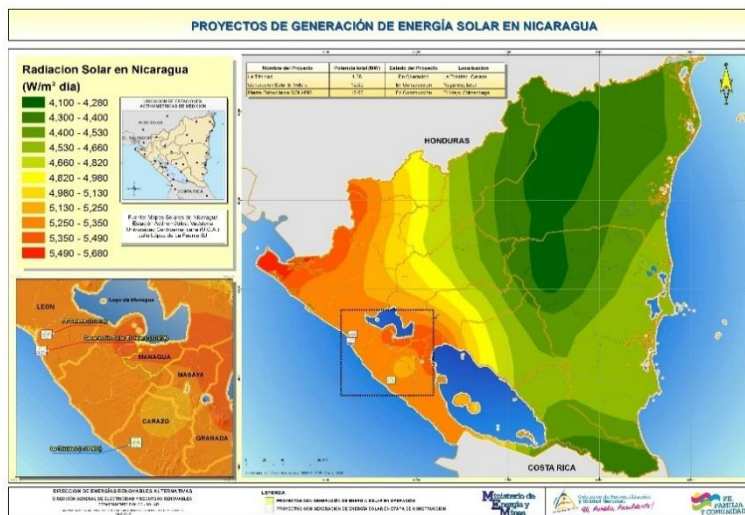
Radiación Difusa: Es aquella que ha sido dispersada por las moléculas de aire, polvo o nubes en la atmósfera antes de llegar a la superficie. Aunque es menos intensa que la radiación directa, sigue siendo importante para procesos como la fotosíntesis.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Radiación Reflejada: Este tipo de radiación es la que rebota en la superficie de la Tierra o en otros objetos antes de llegar a nuestros ojos. En áreas con mucha nieve o superficies claras, una gran cantidad de radiación solar es reflejada.

Radiación Infrarroja: Es responsable del calor que percibimos en la Tierra. Aunque no visible, es crucial para el balance térmico del planeta, ayudando a mantener una temperatura adecuada para la vida.

Figura 2
Proyectos de generación de energía solar en Nicaragua



Fuente: Ministerio de energía y Mina de Nicaragua

Energía Solar Fotovoltaica.

Ante el uso extendido de los combustibles fósiles y el daño ambiental que los mismos producen es necesario plantear fuentes alternativas de energía no contaminantes. La energía fotovoltaica es la transformación directa de la radiación solar en electricidad. Esta transformación se produce en dispositivos llamados paneles fotovoltaicos. En los paneles fotovoltaicos, la radiación solar excita los electrones de un dispositivo semiconductor generando una pequeña diferencia de potencial. La conexión en serie de estos dispositivos permite obtener diferencias de potencial mayores. (Spiegeler & Cifuentes, 2014)

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

La energía solar se encuentra disponible en todo el mundo. Algunas zonas del planeta reciben más radiación solar que otras, lo que convierte a estas en preferentes. Sin embargo, los sistemas fotovoltaicos tienen muchas aplicaciones. La energía solar fotovoltaica es aquella que se obtiene por medio del proceso directo de transformación de la energía del sol en energía eléctrica.

La energía fotovoltaica es una fuente de energía no contaminante, inagotable y renovable que puede generarse tanto a pequeña escala, en instalaciones fotovoltaicas destinadas al autoconsumo, así como a gran escala, mediante la puesta en funcionamiento de granjas solares (grandes plantas fotovoltaicas).

En la actualidad, esta tecnología se ha convertido en una de las principales aliadas en la transición energética mundial. Su implementación se multiplica tanto en zonas urbanas como rurales, y forma parte de los planes estratégicos de sostenibilidad de numerosos países y empresas. La energía fotovoltaica consiste en el aprovechamiento de la luz solar para la generación de energía eléctrica.

Esta fuente de energía limpia y renovable tiene lugar gracias al llamado efecto fotoeléctrico, mediante el cual ciertos materiales pueden absorber los fotones de las radiaciones solares (partículas lumínicas) y liberar electrones produciendo, con ello, una corriente eléctrica. El efecto fotoeléctrico fue descubierto a fines del siglo XIX, y ha permitido desarrollar tecnologías que hoy son clave para disminuir la dependencia de recursos no renovables. Gracias a este principio, la energía solar se transforma directamente en electricidad, sin necesidad de procesos intermedios contaminantes. (The Green Company, 2025)

¿Cómo Funciona el Sistema Fotovoltaico?

La energía fotovoltaica se obtiene en un tipo de infraestructura específica, conocida como instalación fotovoltaica o sistema fotovoltaico. Las instalaciones fotovoltaicas están compuestas de paneles solares, formados por celdas o células fotovoltaicas. Estas últimas consisten en pequeños dispositivos semiconductores que están compuestos, a su vez, de silicio monocristalino o policristalino.

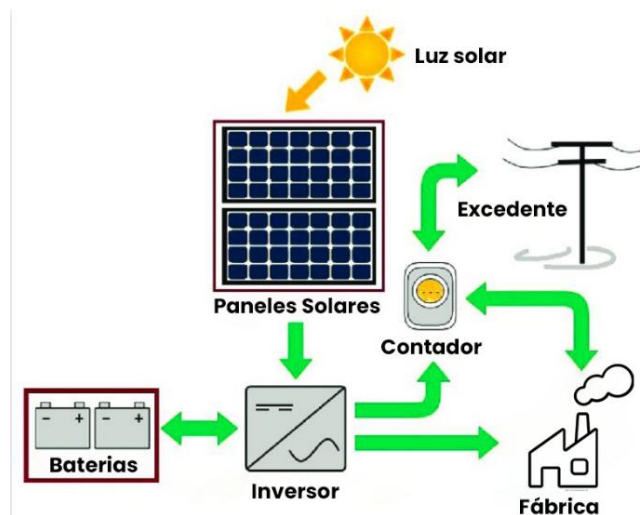
OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

De tal forma que podemos encontrar paneles solares monocristalinos y paneles solares policristalinos. La eficiencia de los primeros es mayor, dado que presentan un único cristal de silicio puro. Diferentes de los policristalinos (más económicos), en tanto estos últimos están formados por múltiples cristales.

Ambos tipos de paneles solares cumplen la misma importante función: son capaces de desarrollar el antes mencionado efecto fotoeléctrico y obtener, así, energía eléctrica de corriente continua. Gracias a los inversores esta energía eléctrica de corriente continua es transformada en energía eléctrica de corriente alterna. La que es posible de ser distribuida y aprovechada en toda la red de suministro.

Además del inversor, un sistema fotovoltaico completo incluye baterías para almacenar energía, reguladores de carga y estructuras de soporte que permiten orientar los paneles en la dirección más eficiente. Todo el sistema trabaja de manera coordinada para maximizar el aprovechamiento del recurso solar y asegurar el rendimiento eléctrico durante el día. (The Green Company, 2025)

Figura 3
Funcionamiento de un Panel Solar



Fuente: TSERPRO

Elementos de una instalación solar fotovoltaica

Una instalación solar fotovoltaica es un conjunto de elementos que tienen el propósito de producir electricidad a partir de la energía solar. Es un tipo de energía renovable que capta la radiación solar a través de placas fotovoltaicas. (Planas, 2016)

Paneles Solares Fotovoltaico

El panel solar fotovoltaico es el elemento captador de la radiación solar y el encargado de transformar la energía solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Este tipo de placas solares están compuestas de unos pequeños elementos llamados células fotovoltaicas. La célula fotovoltaica es la parte del panel fotovoltaico encargada de transformar la radiación solar en energía eléctrica gracias al efecto fotovoltaico. El resultado es una corriente eléctrica en corriente continua.

Las células fotovoltaicas se encuentran encapsuladas en dos capas entre una lámina frontal de vidrio y una capa posterior de un polímero termoplástico u otra lámina de cristal. La lámina de cristal se utiliza cuando se desea obtener módulos con algún grado de transparencia. Habitualmente este conjunto de elementos se enmarca en una estructura de aluminio anodizado para aumentar la resistencia y facilitar el anclaje del módulo fotovoltaico. (Planas, 2016)

Inversores de Corriente

El inversor solar es un aparato electrónico encargado de convertir la corriente generada en el panel fotovoltaico de forma que sea óptima para el suministro eléctrico. Un inversor convierte la corriente continua generada en corriente alterna. El panel solar fotovoltaico de este tipo de instalación proporciona electricidad en forma de corriente continua. Esta corriente se puede transformar en corriente alterna mediante el inversor de corriente e inyectar en la red eléctrica o bien en la red interior.

Cableado eléctrico

El cableado eléctrico es el elemento que transporta la energía eléctrica desde su generación, para su posterior distribución y transporte. Su dimensionamiento viene

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

determinado por el criterio más restrictivo entre la máxima diferencia de potencial y la intensidad máxima admisible.

Baterías

En el caso de instalaciones solares autónomas es necesario el uso de baterías para poder almacenar la energía eléctrica generada.

Estructura de montaje

Los paneles solares deben estar montados en una estructura que los sostenga y los ubique en la posición adecuada para capturar la máxima cantidad de luz solar. Estas estructuras pueden ser montajes en techos, montajes en tierra o montajes en seguimiento solar.

Caja de combinación

Esta caja alberga conexiones eléctricas y dispositivos de seguridad, como interruptores de desconexión, fusibles y dispositivos de protección contra sobretensiones.

Contador

Mide la cantidad de electricidad generada y consumida, con origen en las placas solares.

Medidor bidireccional

En sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica, se utiliza un medidor bidireccional para medir la energía generada por los paneles solares y la energía consumida de la red.

Esto permite la compensación de la energía excedente generada. Algunas instalaciones solares incorporan sistemas de monitoreo y control que permiten supervisar el rendimiento del sistema en tiempo real y ajustar la configuración según sea necesario. (Planas, 2016)

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

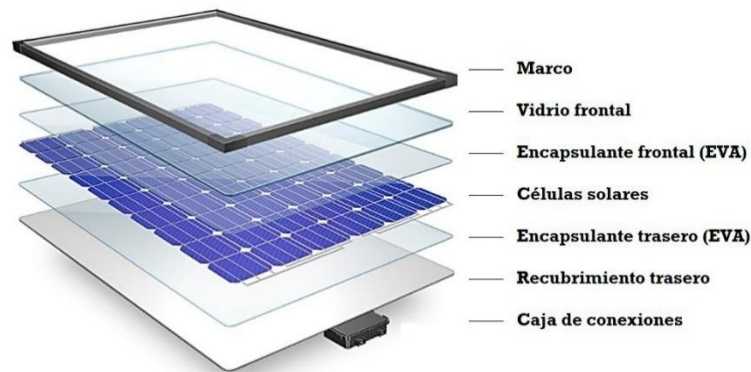
Panel Solar.

Los paneles solares son módulos fotovoltaicos individuales que captan la energía que proporciona el sol convirtiéndola en electricidad. Están formados por celdas solares que a su vez contienen células solares individuales hechas de materiales semiconductores como el silicio (cristalino y amorfo) que transforman la luz (fotones) en energía eléctrica (electrones). En los paneles solares, cuando hay luz solar, una célula solar se comporta casi como una batería. La luz solar recibida separa los electrones de modo que forman una capa de carga positiva y una de carga negativa en la célula solar; esta diferencia de potencial genera una corriente eléctrica.

Estos paneles se conectan a su vez a una batería que almacena la electricidad generada y es esta carga la que se utiliza. Los paneles solares se componen de células fotovoltaicas (PV), que convierten la luz solar en electricidad de corriente continua (DC) durante las horas del día. (Celsia, 2018)

Cuando la luz del sol incide sobre las celdas fotovoltaicas, las partículas de luz (fotones) golpean el silicio y liberan electrones. Este movimiento de electrones genera una corriente eléctrica, que es capturada y transportada por los cables. Esta electricidad es de corriente continua (CC), que puede ser utilizada directamente en sistemas que funcionen con este tipo de corriente o transformada a corriente alterna (CA) mediante un inversor.

Figura 4
Partes de un Panel Fotovoltaico



Fuente: (Mártel, 2023)

Sistema de Gestión de Energético (SGEn).

Un SGEn es una metodología para lograr la mejora sostenida y continua del desempeño energético en las organizaciones en una forma costo-efectiva. La implementación de un SGEn no debe entenderse como un objetivo por sí mismo, sino que el objetivo es la mejora del desempeño energético a partir de los resultados de las acciones implementadas en todo el sistema.

Los Sistemas de Gestión de Energía (SGEn) han demostrado su éxito como una metodología para mejorar el desempeño energético de las empresas, independientemente de su tamaño o actividad. Dado que los gastos asociados al uso de la energía representan una parte importante de los costos operativos de las empresas, resulta evidente que una reducción en los mismos contribuye de forma importante a su competitividad. Los sistemas de gestión han sido ampliamente recibidos por las organizaciones para administrar mejor sus actividades y operaciones con el fin de mejorar su productividad y competitividad, representando una ventaja ante sus competidores y un beneficio para la propia organización cuando estos son implementados adecuadamente.

En este sentido, los SGEn implican también una búsqueda para mejorar la gestión de los recursos energéticos con diversos fines, que pueden ser: aumentar la eficiencia energética, disminuir costos de energía, mejorar el enfoque de sustentabilidad de la empresa, cumplir con algún requisito corporativo. (Tirado, Méndez, Flores, Escobosa, & Espinoza, 2021)

Un SGEn aporta los siguientes beneficios a las organizaciones:

- ✓ Ayuda a identificar, priorizar y seleccionar las acciones para la mejora del desempeño energético
- ✓ Reduce costos al aprovechar al máximo los recursos energéticos.
- ✓ Impulsa la productividad y el crecimiento (mayor aprovechamiento, menor desperdicio).
- ✓ Promueve las mejores prácticas de gestión energética.

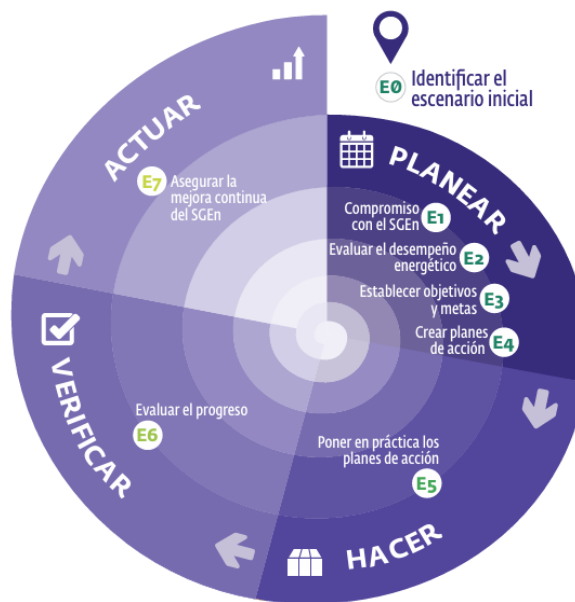
OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

- ✓ Asegura la confianza y calidad de la información utilizada para la toma de decisiones relativas al desempeño energético.
- ✓ Desarrolla capacidades en la organización.
- ✓ Genera una cultura organizacional orientada a la gestión de la energía.

El SGE_n se basa en el ciclo de mejora continua PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) siendo compatible con otras medidas de ahorro y eficiencia energética.

Figura 5

Ciclo del sistema de gestión de energía



Fuente: (Tirado, Méndez, Flores, Escobosa, & Espinoza, 2021)

- **Planear:** Se refiere a las actividades asociadas con el desempeño energético: establecer la línea base, los indicadores de desempeño energético (IDEn), las oportunidades de ahorro, los objetivos, las metas y planes de acción necesarios para lograr los resultados que pretenden mejorar el desempeño energético de acuerdo con la política energética de la organización.
- **Hacer:** Considera las actividades relacionadas con la implementación de los planes de acción en materia de gestión de la energía.
- **Verificar:** Consiste en realizar el seguimiento, así como la medición de los procesos y de las características claves de las operaciones que determinan el

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

desempeño energético, en relación con las políticas y objetivos energéticos informando los resultados alcanzados.

- **Actuar:** Implica la toma de acciones para mejorar de manera continua el desempeño energético y el SGEEn.

Norma ISO 50001.

Es una norma de gestión de la energía empresarial más utilizada en el mundo. La certificación de un Sistema de Gestión de Energía según la ISO 50001, ayuda a las organizaciones a implantar una política energética y a gestionar adecuadamente los aspectos energéticos derivados de su actividad, como lo son los servicios, instalaciones, productos; lo que se traduce en un ahorro real y cuantificable del coste energético en las organizaciones. ISO 50001 proporciona las herramientas necesarias para identificar las actividades que consumen más energía y suponen un fuga energética y económica. (AENOR, s.f.)

Indicadores de Desempeño Energético (IDEn).

De acuerdo a (Energy, 2025) Los indicadores energéticos te permiten conocer la real eficiencia energética de las empresas y dan la pauta para optimizar los consumos.

Existen dos tipos de indicadores de desempeño energético:

- **Indicadores de consumo específico:** muestran el consumo de energía por unidad de producción o actividad. Son especialmente útiles en industrias con producciones variables, ya que permiten visualizar las fluctuaciones en el uso de la energía de acuerdo a la salida de producción.
- **Indicadores de eficiencia energética:** estos indicadores comparan el consumo energético con una línea base establecida. Permiten cotejar el consumo actual con el indicado por la línea base y evaluar el impacto de las medidas implementadas.

Emisiones C02.

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivadas de la actividad humana son la principal causa del cambio climático. Dichas emisiones se producen a partir de la quema de diferentes tipos de combustibles y otros procesos. Gracias a ello podemos generar la energía que necesitamos diariamente para nuestro hogar y transporte, climatizar cualquier edificio o alimentar las fábricas que producen todo tipo de bienes a gran escala.

Retorno de la Inversión (ROI).

El retorno de la inversión es una métrica financiera que utilizas para evaluar la rentabilidad de una inversión. Es una forma de medir la ganancia o pérdida generada en una inversión en relación con la cantidad de dinero que has invertido. Es un indicador clave del éxito o fracaso de una inversión. El cálculo del ROI implica dividir la ganancia de la inversión por el costo de la inversión. El resultado se expresa como un porcentaje o una relación.

La fórmula para el ROI es: $(\text{Ganancia de la inversión} - \text{Costo de la inversión}) / \text{Costo de la inversión}$. Este cálculo proporciona información sobre la eficiencia y rentabilidad de una inversión. Tener un buen ROI es crucial en los negocios, ya que te ayuda a determinar si una inversión es viable y a comparar la rentabilidad de diferentes oportunidades. Te permite tomar decisiones informadas sobre la asignación de recursos, priorizar proyectos y evaluar el éxito de campañas de marketing, implementaciones de tecnología y otras iniciativas.

Contexto de la Organización.

Se refiere al análisis integral de las condiciones internas y externas que influyen en el desempeño energético y en la capacidad de la empresa para alcanzar sus objetivos. Este comprende el entorno legal, económico, tecnológico y ambiental en el que opera la organización, así como sus procesos, recursos, cultura y competencias internas. El contexto de la organización implica identificar las necesidades y expectativas de las partes interesadas relevantes, con el fin de establecer un Sistema de Gestión de la

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Energía alineado con la realidad operativa. (The Regents of the University of California, 2019)

Análisis de Costo Beneficio.

La técnica del costo-beneficio se relaciona de manera directa con la teoría de la decisión. Pretende determinar la conveniencia de un proyecto a partir de los costos y beneficios que se derivan de él. Dicha relación de elementos, expresados en términos monetarios, conlleva la posterior valoración y evaluación.

Este método puede aplicarse no solo al mundo empresarial, sino también a obras sociales, proyectos colectivos o individuales, entre otros, para lo cual se debe prestar atención a la importancia y cuantificación de las consecuencias económicas y/o sociales. La clave es encontrar o tomar la decisión adecuada, o sea, la que aportará mayor rentabilidad, de un conjunto de posibles soluciones o propuestas.

Tomar una decisión implica elegir entre dos o más cursos de acción alternativos, por lo que el costo de oportunidad es otro factor a tener en cuenta, pues representa lo que se deja de ganar por haber rechazado el valor de la siguiente mejor opción. Siguiendo esta lógica, uno de los preceptos que propone el análisis costo-beneficio consiste en que no importa que tan adecuada sea la solución otorgada a un problema, la alternativa, o la propuesta, pues no dejará de tener un costo. (Aguilera, 2017)

Sostenibilidad empresarial.

Las empresas son las primeras interesadas en operar en entornos sostenibles tanto desde una óptica medioambiental como social o económica. La sostenibilidad consiste en asegurar las necesidades del presente sin comprometer las del futuro. Es decir, sin comprometer la disponibilidad y la calidad de los recursos, garantizando que las generaciones venideras puedan disponer de un planeta en las mismas condiciones que nosotros. La sostenibilidad, y la sostenibilidad empresarial por extensión, tiene tres vectores clave, indisolubles e interrelacionados: el medio ambiente, la sociedad y la economía. (Ferrer, 2024)

Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS 7: Energía Asequible y no Contaminante.

Es fundamental impulsar una transición energética, que no solo sea sostenible, sino también sea justa, y que, por tanto, incluya instrumentos de reducción de la desigualdad y apoye a los consumidores más vulnerables para coordinar el fuerte crecimiento de la demanda energética con los objetivos climáticos globales necesarios sin dejar a nadie atrás. Una transición energética sostenible y justa es una oportunidad que permitirá sentar las bases sobre las que construir una nueva economía sostenible y competitiva que creará nuevos empleos y aumentará la inversión, posibilitando un impulso a la innovación y al desarrollo empresarial.

A largo plazo, el ODS 7 también persigue aumentar el uso de energías renovables en detrimento de los combustibles fósiles, que actualmente sostienen en gran medida la economía global, y fomentar la eficiencia energética, creando una economía completamente sostenible con bajas emisiones de gases de efecto invernadero. Es necesario impulsar políticas para acelerar la electrificación, mejorar la eficiencia energética, aumentar las inversiones en energías renovables, además de impulsar soluciones innovadoras y la creación de marcos normativos, creando así una economía completamente sostenible con bajas emisiones de gases de efecto invernadero.

Las empresas tienen un rol clave en este sentido, invirtiendo en fuentes de energía limpia, apostando por tecnologías que reduzcan el consumo de electricidad en los edificios y fábricas buscando una mayor eficiencia energética y realizando proyectos que contribuyan a llevar la energía a las comunidades locales menos favorecidas. (Pacto Mundial de Naciones Unidas, s.f.)

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

2.2 Marco Legal

Tabla 2
Marco Legal

| Nombre de la Ley | Objetivo | Artículo | Aplicación |
|---|---|-------------------|--|
| Ley No. 956 Ley de la Eficiencia Energética. | Se establecen requisitos para certificar instalaciones industriales en eficiencia energética, promoviendo el monitoreo del consumo y la implementación de tecnologías que reduzcan el uso de energía. | Artículo 3 | Evalúa el consumo energético de cada planta, se identifican oportunidades de mejora, y se asignan recursos para instalar equipos más eficientes. |
| | | Artículo 4 | Promueve el cambio de actitud, fomenta la responsabilidad compartida entre Estado y sector privado. |
| | | Artículo 5 | Promueve y fomenta el uso eficiente de la energía en todos los sectores de la economía nacional. |
| Ley No. 532 (Ley para la promoción de generación eléctrica con | Promover la inversión y el desarrollo de proyectos de generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables, | Artículo 5 | Se declara de interés nacional el desarrollo y aprovechamiento Nacional de los recursos energéticos renovables. |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

| | | | |
|--|--|--|--|
| fuentes renovables) | como la energía solar fotovoltaica, eólica, hidroeléctrica, geotérmica y biomasa. | | |
| Ley No. 217 (Ley general del medio ambiente y los recursos naturales) | Establecer las normas para la conservación y protección del medio ambiente y los recursos naturales que lo integran, asegurando su uso racional y sostenible. | Artículo 4 | Destaca la importancia de la implementación de prácticas que promuevan el uso racional de los recursos. |
| ISO 50001 | Proporcionar un marco estructurado que facilita a las organizaciones la adopción de sistemas de gestión energética, ofreciendo lineamientos técnicos y metodológicos para su planificación, diseño, implementación y mejora continua, con el fin de optimizar el uso de la energía y promover la | Sección 4 Sección 5 Sección 6 Sección 7 | Requisitos para el sistema de gestión de la energía. Establecer una base estratégica y operativa para mejorar el desempeño energético de la organización. Planificación energética. Garantizar que la organización disponga de los recursos para implementar y mantener |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

| | | | |
|--|---------------------------|------------------|---|
| | sostenibilidad operativa. | Sección 8 | eficazmente el Sistema de Gestión de la Energía. Controles operativos para garantizar que los procesos que más energía consumen se gestionen eficientemente. |
|--|---------------------------|------------------|---|

Fuente: Elaboración de Autores

2.3 Marco Contextual

UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Ubicación y Contextualización de la Problemática.

La presente investigación se desarrollará en la Planta 4 de la empresa Yazaki Nicaragua, S.A., ubicada en el departamento de León, Nicaragua. Esta planta forma parte de una red de instalaciones industriales de una multinacional japonesa dedicada a la manufactura de arneses eléctricos para la industria automotriz.

La Planta 4 se caracteriza por ser una de las más productivas y con mayor carga operativa, lo cual ha generado un incremento considerable en el consumo de energía eléctrica. Este crecimiento ha representado un desafío para la empresa, no solo por los costos económicos, sino también por el impacto ambiental que genera el uso intensivo de fuentes no renovables de energía.

La problemática principal radica en la falta de un sistema de gestión energética estructurado, alineado a estándares internacionales como la **Norma ISO 50001**, que permita a la empresa mejorar su eficiencia, reducir costos y adoptar tecnologías limpias como la energía fotovoltaica. Esta situación representa una oportunidad para implementar una solución sostenible que beneficie tanto a la empresa como al entorno.

1.2 Contexto

a. Ubicación y límite territorial

El estudio se llevará a cabo en la ciudad de León, al occidente de Nicaragua. Yazaki Nicaragua, S.A. – Planta 4, se localiza dentro del Parque Industrial de León, una zona económica dedicada principalmente a actividades de manufactura y exportación.

León limita al norte con Chinandega, al sur con Managua, al este con Matagalpa y al oeste con el Océano Pacífico. La ciudad cuenta con acceso vial a través de la Carretera León-Managua y otras rutas logísticas que facilitan el transporte de materias primas y productos terminados.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

b. Población

León cuenta con una población aproximada de 210,000 habitantes, siendo la segunda ciudad más importante del país. La fuerza laboral en León se ha especializado en actividades industriales y de servicios, siendo Yazaki una de las principales fuentes de empleo en la zona. La Planta 4 emplea a varios cientos de trabajadores, en su mayoría técnicos e ingenieros que operan en líneas de producción automatizadas.

c. Aspectos históricos

La ciudad de León tiene un fuerte legado histórico como capital intelectual y política de Nicaragua. Sin embargo, en las últimas décadas ha experimentado un proceso de modernización industrial. Yazaki se estableció en León en el año 2002, como parte de una estrategia de expansión hacia mercados centroamericanos. Desde entonces, ha crecido significativamente, contribuyendo al desarrollo económico de la región.

La implementación de sistemas energéticos sostenibles es coherente con esta evolución industrial. De hecho, en años recientes, varias industrias en León han comenzado a adoptar tecnologías limpias en respuesta a políticas energéticas impulsadas por el Ministerio de Energía y Minas (MEM), y a compromisos internacionales sobre cambio climático.

2.4 Marco Institucional.

Yazaki.

Fundada en 1941, Yazaki Corporation es un fabricante independiente de componentes automotrices de origen japonés, con presencia en 45 países, 646 plantas e instalaciones operativas, y más de 279,800 colaboradores alrededor del mundo. Su profundo arraigo a la cultura japonesa ha forjado principios que se traducen en valores tradicionales, los cuales diferencian a la empresa en todos sus esfuerzos comerciales. Uno de estos valores es el espíritu Mottainai, que refleja la creencia de que todo objeto material posee un valor intrínseco, determinado por los deseos, el esfuerzo y las acciones de las personas involucradas en su proceso de fabricación. Este principio guía el compromiso de Yazaki con el cuidado del medio ambiente, la contribución a la sociedad y la generación de confianza entre sus grupos de interés.

El grupo Yazaki ha desarrollado su trayectoria con el negocio de arneses eléctricos como eje principal. Un momento clave en su historia ocurrió cuando el fundador, Sadami Yazaki, visitaba Nagoya para seleccionar cables eléctricos. En ese mismo lugar se encontraban Kiichiro Toyoda y Sakichi Toyoda, quienes investigaban un automóvil fabricado por Ford. Al preguntar cómo se instalaban los cables en el vehículo, el Sr. Sadami no dudó en meterse debajo del auto, sin importar ensuciar su ropa, para ofrecer una respuesta precisa. Este gesto de dedicación impresionó profundamente a la familia Toyoda, marcando el inicio de una relación sólida entre Yazaki y Toyota que perdura hasta hoy.

Figura 6
Logo Oficial de Yazaki



Fuente: Yazaki

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

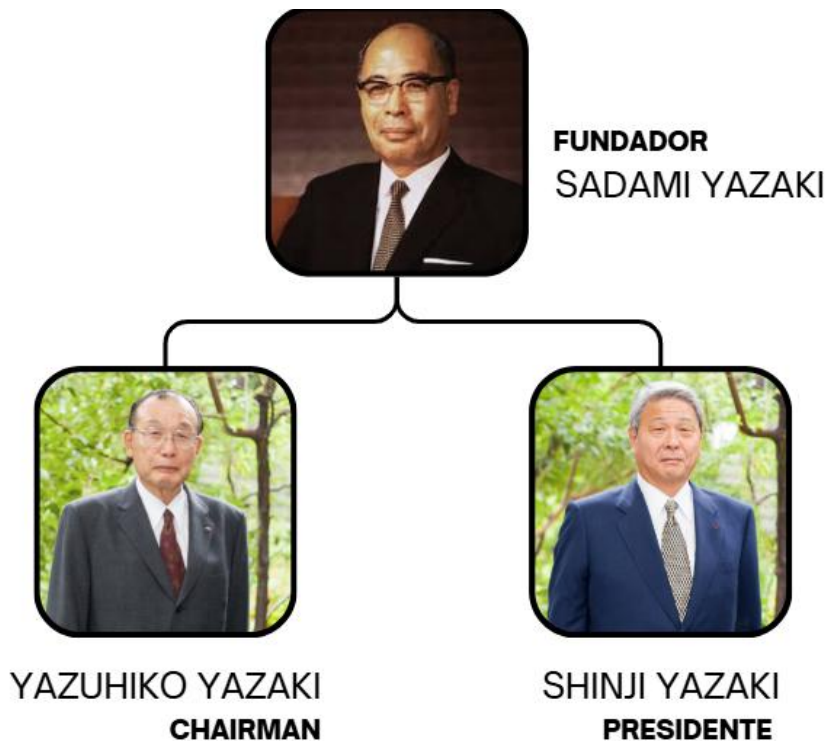
MISIÓN: ser el proveedor preferido por nuestros clientes. Deleitar a nuestros clientes con calidad, servicio, tecnología y entrega. Crear una cultura consiente de excelencia operativa. Ser el empleador preferido y apoyar las comunidades donde trabajamos y vivimos.

VISIÓN: Yazaki norte y Centroamérica será el proveedor preferido por los clientes y reconocido como un socio responsable en la comunidad.

VALORES: actuamos con integridad, valoramos a nuestra gente, fabricamos productos de calidad, somos responsables.

Fundadores de Yazaki

Figura 7
Fundadores de Yazaki



Fuente: Yazaki

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

ENEL.

La Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL) fue creada en 1994 como entidad estatal responsable de la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica en Nicaragua, además de asumir funciones previamente delegadas al Instituto Nicaragüense de Energía (INE). ENEL opera diversas plantas hidroeléctricas, térmicas y geotérmicas, destacando las centrales hidroeléctricas Centroamérica y Carlos Fonseca (antes Santa Bárbara), ambas con una capacidad instalada de 50 MW en el departamento de Jinotega, gestionadas a través de su filial Hidrogesa. También se proyecta la incorporación de la planta Larreynaga de 17 MW, como parte de los esfuerzos del gobierno por alcanzar que el 90% de la generación eléctrica nacional provenga de fuentes renovables en un horizonte de cinco años. Con sede en Managua, ENEL es controlada por el Estado a través del Ministerio de Energía y Minas, y desempeña un papel estratégico en la transformación de la matriz energética nacional, promoviendo eficiencia operativa, sostenibilidad ambiental y el desarrollo de proyectos con participación pública y privada.

Figura 8
Logo Oficial de ENEL



Fuente: Empresa Nicaragüense de Electricidad

Objetivo: La empresa nicaragüense de electricidad tendrá como finalidad principal la actividad de generación de energía eléctrica mediante el uso de fuentes disponibles, priorizando aquella provenientes de recursos renovables que contribuyan e incidan en ofrecer una energía de menor costo y accesible para los nicaragüenses.

Misión: Ampliar la capacidad de producción de la energía eléctrica en Nicaragua, desarrollando proyectos con fuentes nacionales de energía primaria rentables y administrar la generación eléctrica con calidad, haciendo uso eficiente, es decir, la

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

introducción de métodos, procesos, equipos, maquinarias, aplicaciones y recursos humanos calificados que aseguren la rentabilidad de la Empresa y participando como socios de Inversionistas Nacionales o Extranjeros que vengan a incrementar la capacidad de generación eléctrica del país.

Visión: Ser líder en producir energía renovable, con recursos naturales, en armonía con el medio ambiente, garantizando la operación de los sistemas de generación al menor costo y aprobando la participación de socios inversionistas nacionales y extranjeros en proyectos hidroeléctricos y geotérmicos.

Valores:

Honestidad, Respeto, Calidad del servicio público, Eficiencia y eficacia, Responsabilidad, Compañerismo, Compromiso, Disciplina, Accesibilidad, Integridad, De los aspectos Jurídicos: Protección Higiene y seguridad ocupacional y del medio ambiente, Liderazgo.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Universidad de Ciencias Comerciales – Campus León.

La Universidad de Ciencias Comerciales (UCC), es una institución de educación superior privada, con más de cinco décadas de trayectoria en Nicaragua, orientada a la formación integral de profesionales competentes, éticos, innovadores y comprometidos con el desarrollo económico, social y cultural del país. Fue fundada en el año 1964 por un grupo de profesionales con visión de futuro, convirtiéndose en una de las primeras universidades privadas del país, y desde entonces ha mantenido un crecimiento sostenido, ampliando su cobertura geográfica y su oferta académica.

La UCC se rige por los principios de excelencia académica, responsabilidad social, formación humanista y vinculación con el entorno. Su modelo educativo está centrado en el estudiante, promoviendo el desarrollo de competencias, el pensamiento crítico, la investigación aplicada y la capacidad de liderazgo, en relación con los requerimientos del contexto nacional e internacional.

El Campus León representa uno de los centros regionales más importantes de la UCC, constituido como un referente de desarrollo académico en la región occidental del país. Ubicado en una de las ciudades históricas y universitarias más relevantes de Nicaragua, el Campus León ofrece una formación de calidad, con acceso a programas de pregrado, posgrado, diplomados y cursos de actualización en diversas áreas del conocimiento.

Misión, Visión, Valores, Objetivos

Misión: Formar profesionales integrales, éticos, con visión humanística, competitivos, emprendedores y con liderazgo, comprometidos con el desarrollo del país.

Visión: Ser reconocida como la Universidad con los más altos estándares de calidad de formación profesional, a fin de responder a las necesidades de la sociedad y al compromiso social de su proyecto educativo.

Valores: Liderazgo, Ética Profesional, Creatividad, Calidad.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Objetivos:

1. Fortalecer la oferta académica de pregrado, posgrados y maestrías.
2. Desarrollar la vinculación de la Universidad con Graduados y Egresados.
3. Promover el uso de las tecnologías de la Información y la Comunicación en los procesos enseñanza aprendizaje y administrativos para mejorar la efectividad del desempeño.
4. Fomentar el desarrollo de la Investigación con calidad y pertinencia articulada con el desarrollo científico técnico, la docencia y la extensión.
5. Desarrollar la extensión universitaria compartiendo con la comunidad los conocimientos y fortalezas de la Universidad y recibiendo retroalimentación.
6. Fortalecer y desarrollar la vinculación y colaboración con empresarios y autoridades gubernamentales, impulsando la alianza Universidad-Empresa-Estado.
7. Desarrollar el talento humano con las competencias necesarias para mejorar el desempeño en todos los ámbitos.
8. Fortalecer la Gestión Administrativa de la Universidad, en función de asegurar su autosostenibilidad financiera y el cumplimiento de sus objetivos.
9. Desarrollar en la comunidad universitaria una cultura organizacional que propicie, que genere y se comprometa con el proceso de mejora continua.
10. Renovar y potenciar la presencia, la participación y el posicionamiento de la Universidad a nivel nacional y regional.

Logo UCC.

Figura 9

Logo Oficial de la UCC



Fuente: Universidad de Ciencias Comerciales

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

En el desarrollo del capítulo se presenta el diseño metodológico que orientará la ejecución del presente proyecto.

3.1 Tipo de Proyecto.

El presente trabajo de investigación corresponde a un proyecto de carácter aplicado, ya que se orienta a la solución de una problemática real en la planta 4 de la empresa Yazaki en León, vinculada al alto consumo energético en sus procesos. La investigación adopta un enfoque cuantitativo, debido a que se fundamenta en el análisis de datos históricos y actuales de consumo eléctrico de la planta. Asimismo, es de tipo descriptivo explicativo, puesto que describe la situación actual de consumo energético en la planta y explica como la aplicación del sistema fotovoltaico fortalece la gestión energética a través de la mejora continua.

El proyecto se clasifica:

a) Según la procedencia del capital:

El proyecto se desarrolla con capital privado, ya que está orientado a la empresa Yazaki, la cual busca mejorar su desempeño energético mediante la optimización de sus recursos internos y la implementación de un sistema fotovoltaico.

b) Según el sector:

Corresponde al sector industrial, debido a que se centra en los procesos productivos y administrativos de la planta 4 de Yazaki, empresa dedicada a la fabricación de componentes automotrices.

c) Según el ámbito o perfil profesional:

Es un Proyecto de carácter ingenieril e industrial, porque involucra el análisis de datos energéticos, la aplicación de herramientas técnicas y la gestión de la eficiencia energética bajo estándares internacionales como lo es la norma ISO 50001.

d) Según su orientación:

Busca la resolución de un problema real, lo que clasifica al proyecto como investigación aplicada.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

e) Según su área de influencia:

Tienen carácter Empresarial e industrial, ya que impacta directamente en la planta 4 de Yazaki en León, Nicaragua, contribuyendo a la optimización de sus procesos internos.

3.2 Método de estudio y unidades de análisis.

El área de estudio del proyecto es Yazaki planta 4 de la ciudad de León, el método de estudio y unidades de análisis se determina en:

Métodos de estudio:

El estudio se desarrolla con un enfoque cuantitativo, utilizando los registros de consumo eléctrico de la planta 4 de Yazaki como base principal del análisis. Se aplicará un método descriptivo – explicativo, que permitirá identificar el comportamiento del consumo de energía y explicar como la integración de un sistema fotovoltaico bajo la norma ISO 50001, contribuye a mejorar la eficiencia.

Unidades de Análisis:

La unidad de análisis es el consumo energético de la Planta 4 de Yazaki, considerando los datos entre enero 2024 y julio 2025. Estos valores, expresados en kWh y costos asociados, serán la base para establecer tendencias y medir los beneficios de la propuesta de optimización.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Para la presente investigación se aplicará un enfoque práctico y de campo. Se realizarán visitas de campo para observar directamente los procesos y el funcionamiento de los equipos y se llevarán a cabo mediciones en maquinarias críticas para registrar el consumo real de energía. Asimismo, se complementará la información con entrevistas al personal clave, que permitirán comprender hábitos de operación y factores que afectan la eficiencia energética. La revisión documental se utilizará como apoyo para analizar los registros históricos de consumo eléctrico en la planta 4 de Yazaki.

3.4 Confiabilidad y validez de los instrumentos.

La confiabilidad de los instrumentos se respalda en el uso de equipos de medición calibrados, para determinar con precisión el consumo energético de las maquinarias críticas. Asimismo, la coherencia de los registros documentados oficiales proporcionados por la empresa asegura que los datos obtenidos sean estables, verificables y adecuados para un análisis técnico.

La validez se garantiza mediante la utilización de instrumentos alineados con los objetivos de la investigación y con los lineamientos de la norma ISO 50001. Las entrevistas fueron diseñadas con preguntas específicas sobre la gestión y el uso de la energía; las visitas de campo permitieron comprobar la información recopilada; y los registros históricos respaldan los datos de consumo real. De esta forma, los instrumentos seleccionados son oportunos y adecuados para la optimización del consumo energético en la planta 4 de Yazaki, mediante la integración de energía fotovoltaica bajo el marco de la norma ISO 50001.

3.4.1 Ficha de validación del instrumento de investigación juicio de experto.

La presente ficha de validación tiene como finalidad recopilar el juicio especializado de un experto en relación con el instrumento de investigación diseñado para el estudio titulado “Optimización del consumo energético en Yazaki Planta 4 de la ciudad de León, mediante la integración de energía fotovoltaica bajo el enfoque de la norma ISO 50001”. Esta etapa es esencial para garantizar la validez de contenido del instrumento, asegurando que sus indicadores sean pertinentes, claros y coherentes con los objetivos planteados.

La evaluación será realizada por un profesional con experiencia en el área del estudio y en metodologías de investigación, cuya opinión contribuirá significativamente al fortalecimiento técnico del instrumento.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN JUICIO DE EXPERTO.

Datos Generales.

Nombres y Apellidos del experto: _____

Grado académico: _____

Institución donde labora: _____

Tabla 3
Ficha de Validación Juicio de Experto

| Indicadores de evaluación del instrumento. | Criterios cualitativos | Deficiente | Regular | Bueno | Muy bueno | Excelente |
|--|---|------------|---------|---------|-----------|-----------|
| | | (1/10) | (10/13) | (14/16) | (17/18) | (19/20) |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Claridad | Está formulado con lenguaje apropiado y claro. | | | | | |
| 2. Objetividad | Está expresado en conductas observables. | | | | | |
| 3. Actualidad | Adecuado al avance y propósito de la investigación. | | | | | |
| 4. Organización | Existe un constructo lógico en los ítems. | | | | | |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

| | | | | | | |
|--------------------|--|--|--|--|--|--|
| 5. Suficiencia | Valora las dimensiones en cantidad y calidad. | | | | | |
| 6. Intencionalidad | Adecuado para cumplir con los objetivos trazados | | | | | |
| 7. Consistencia | Utiliza suficientes referentes bibliográficos | | | | | |
| 8. Coherencia | Entre hipótesis, dimensiones e indicadores | | | | | |
| 9. Metodología | Cumple con los lineamientos metodológicos | | | | | |
| 10. Pertinencia | Es asertivo y funcional para la ciencia | | | | | |
| Sub total | | | | | | |
| Total | | | | | | |

Fuente: Elaboración de los Autores

Interpretación de la validación:

Leyenda:

Valoración Cuantitativa:

0-13 Improcedente

Valoración Cualitativa:

14-16 Aceptable con recomendación

17-20 Aceptable

Lugar y fecha: _____ Firma: _____

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Figura 10

Ficha de Validación juicio de experto

FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN JUICIO DE EXPERTO.

Datos Generales.

Nombres y Apellidos del experto: Yasosca de los Angeles Romero
 Grado académico: Especialista en higiene, salud y seguridad
 Institución donde labora: Yazaki de Nicaragua S.A

| Indicadores de evaluación del instrumento. | Criterios cualitativos | Deficiente | Regular | Bueno | Muy bueno | Excelente |
|--|---|------------|---------|---------|-----------|-----------|
| | | (1/10) | (10/13) | (14/16) | (17/18) | (19/20) |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Claridad | Está formulado con lenguaje apropiado y claro. | | | | X | |
| 2. Objectivated | Está expresado en conductas observables. | | | | X | |
| 3. Actualidad | Adecuado al avance y propósito de la investigación. | | | | X | |
| 4. Organización | Existe un constructo lógico en los ítems. | | | | X | |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

| | | | | | | |
|--------------------|--|--|--|--|----|------------|
| 5. Suficiencia | Valora las dimensiones en cantidad y calidad. | | | | | X |
| 6. Intencionalidad | Adecuado para cumplir con los objetivos trazados | | | | | X |
| 7. Consistencia | Utiliza suficientes referentes bibliográficos | | | | | X |
| 8. Coherencia | Entre hipótesis, dimensiones e indicadores | | | | | X |
| 9. Metodología | Cumple con los lineamientos metodológicos | | | | | X |
| 10. Pertinencia | Es asertivo y funcional para la ciencia | | | | | X |
| Sub total | | | | | 18 | 20 |
| Total | | | | | 19 | Acceptable |

Interpretación de la validación:

Valoración Cuantitativa: $18/20 = 19$

Valoración Cualitativa: *Acceptable*

Leyenda:

0-13 Improcedente

14-16 Aceptable con recomendación

17-20 Aceptable

Lugar y fecha: León 24/8/2025

Firma: _____



OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

CAPÍTULO IV. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.

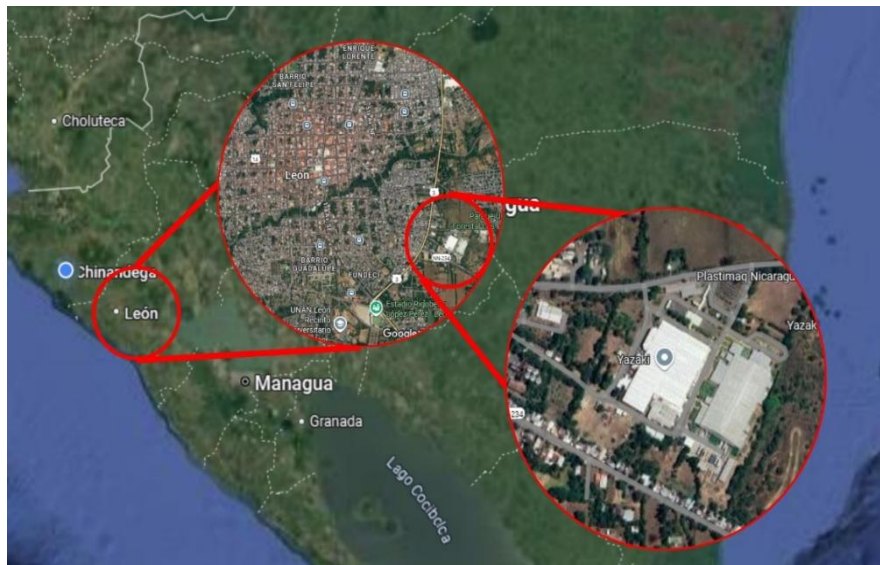
4.1.1 Macro y micro localización

La organización Yazaki es una empresa de origen japones con renombre en todo el mundo, especializada en la producción de arneses automotrices para clientes como STALANTYS, FORD, GM, sistemas eléctricos y componentes electrónicos. Cuenta con más de 400 sucursales y plantas distribuidas en países como Japón, Estados Unidos, México, Brasil, Alemania, Tailandia, China y Nicaragua, entre otros. En Centroamérica, Nicaragua viene siendo un punto estratégico para sus operaciones debido a la ubicación geográfica, la disponibilidad de mano de obra y la cercanía con importantes mercados internacionales. Por lo tanto, Yazaki ha ubicado varias plantas industriales en los departamentos de León y Chinandega. Las cuales han generado un gran impacto a nivel económico y social del país, convirtiéndose en una de las principales fuentes de empleo para miles de nicaragüenses. Actualmente se cuenta con 1800 trabajadores activo en Yazaki Planta 4

Dentro de esta red, Yazaki Planta 4 se localiza en el Parque Industrial San Carlos, kilómetro 95 carretera León-Managua, León, Nicaragua.

Figura 11

Localización Planta 4 Yazaki



Fuentes: Elaboración de los Autores

4.1.2 Aspectos Socioeconómicos / Actividad Económica de la Empresa

Aspectos Socioeconómicos:

Generación de empleo: Yazaki forma parte de los principales generadores de empleo en León, brindando oportunidades de trabajo a personas locales, principalmente jóvenes. Esto ayuda a reducir las tasas de desempleo y mejorar el ingreso familiar.

Capacitación y desarrollo humano: La empresa realiza capacitaciones continuas, lo que mejora las aptitudes técnicas y blandas de los trabajadores, generando colaboradores de mayor valor que puede propagar una mano de obras más especializada.

Contribución social: Al ubicarse en León, Yazaki ha variado la economía local, incentivando la inauguración de comercios, transporte, servicios de alimentación y vivienda para suplir la demanda de los colaboradores.

Mejora en la calidad de vida: La estabilidad laboral fomenta el acceso de las familias a educación, salud y consumo, elevando el nivel de vida de la población beneficiada directa e indirectamente.

Aspecto Económico / Actividad de la Empresa:

Actividad principal: La empresa se dedica a la fabricación y ensamble de arneses eléctricos automotrices, que son exportados hacia países, donde se ensamblan vehículos de marcas internacionales como son la marca Ford, Gm y Stellantis.

Aporte al PIB: Su actividad de exportación genera divisas para Nicaragua y aporta al crecimiento del Producto Interno Bruto mediante la industria manufacturera.

Beneficio a terceros comerciantes: Yazaki no solo beneficia a sus empleados, sino que dinamiza a proveedores de servicios de transporte, alimentación, uniformes y logística, fortaleciendo la cadena de valor local.

Estabilidad económica regional: Al pertenecer al sector de zonas francas, Yazaki goza de beneficios fiscales que permiten mantener costos competitivos y asegurar su permanencia, generando a su vez estabilidad económica en la ciudad de León.

4.1.3 Identificación de riesgos y afectaciones en Yazaki Planta 4

1. Riesgo Ambiental

Residuos peligrosos: Manejo poco seguro y desinformado de aceites, solventes y químicos que contaminan suelos y agua.

Riesgo de desastres naturales: Inundaciones, tormentas o sismos pueden afectar las operaciones y la infraestructura de la planta.

Emisiones de CO₂ y consumo energético: El uso intensivo de energía eléctrica proveniente de la red nacional implica una huella de carbono significativa. La falta de medidas de eficiencia energética puede aumentar la contribución de la empresa al cambio climático.

2. Riesgo Económico

Cambios en el costo de la energía: Al depender de un proveedor externo de energía, estamos a exposición de cambios de tarifa los cuales aumentan nuestros costos de producción.

Dependencia de un solo tipo de energía: Al no tener alternativas viables ante emergencias de corte de energía nos obligamos a cortar el proceso, lo cual genera perdida.

Competencia internacional: La competencia internacional expone a Yazaki a riesgos económicos significativos. La empresa se enfrenta a barreras comerciales como aranceles y barreras no arancelarias, además de la volatilidad en los costos de las materias primas y logística. Estos factores impactan directamente su competitividad, afectando su posición en el mercado y su rentabilidad.

3. Riesgo Social

Relaciones con la comunidad: La imagen pública de la empresa se ve afectada por el impacto de ruidos, contaminantes o tráfico, que generan quejas recurrentes de las comunidades cercanas, impactando negativamente la percepción social y el entorno operativo.

Generación de empleo: A pesar de que la generación de empleo es una ventaja para la comunidad, también puede ocurrir recortes de personal ante crisis económica o implementación de máquinas automáticas

Percepción pública: La empresa debe ser rigurosa en el cumplimiento de los estándares ambientales y sociales para evitar el rechazo de la comunidad y asegurar la legitimidad de sus operaciones en el entorno local.

Impacto en la salud de la población cercana: Al ser una zona industrial se debe tener muy en cuenta que la salud de la comunidad se puede ver comprometida con el mal uso de algunos químicos o la exposición de contaminantes que pueden dañar la salud de las personas.

4. Riesgo Laboral

Accidentes de trabajo: Uso de maquinaria pesada, electricidad y herramientas genera riesgos físicos a los trabajadores de la planta.

Enfermedades ocupacionales: Los colaboradores son constantemente expuesto a ruido, cargas pesadas, sustancias químicas haciendo un mal uso de la misma, por lo cual a largo plazo se derivan enfermedades laborales.

Condiciones ergonómicas: Los colaboradores al realizar un trabajo repetitivo y largas jornadas están propensos a lesiones musculoesqueléticas.

Capacitación insuficiente: La falta de capacitación de los colaboradores con los peligros existentes y la reacción ante ellos, los hace más propensos a accidentes.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Riesgos psicosociales: Estrés laboral, sobrecarga de trabajo y poca motivación afectan el bienestar y la productividad.

4.1.4 Infraestructura Eléctrica de la Planta 4

La evaluación de la infraestructura eléctrica en la Planta 4 de Yazaki se realizó mediante el monitoreo de los principales componentes del sistema. El análisis de los datos obtenidos proporciona una visión clara de la capacidad instalada y la demanda energética actual de la planta.

Multímetro de monitoreo instalado en transferencia eléctrica.

Figura 12

Medición de carga instantánea en el sistema de transferencia eléctrica de la planta 4



Fuente: Elaboración de Autores

El multímetro Siemens PAC3100 muestra una corriente instantánea de aproximadamente 1.14–1.15 A por fase en el sistema trifásico de la planta, reflejando una carga baja en ese momento específico de medición.

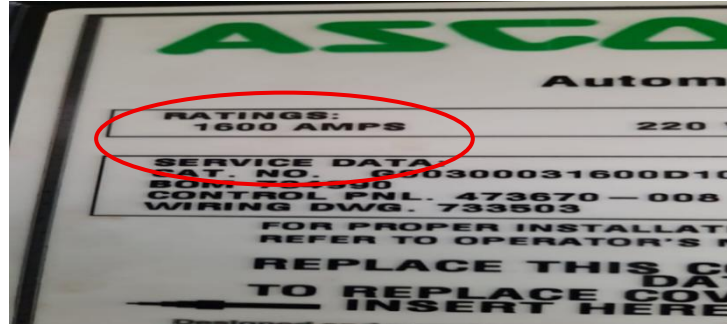
Transferencia eléctrica.

La capacidad del sistema de transferencia eléctrica es de 1,600 A y la carga existente en la planta es de 1,1150 A.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Figura 13

Capacidad nominal de la transferencia eléctrica (ASCO) de 1600 A



Fuente: Elaboración de Autores

Transformador eléctrico de 500 KVA.

Figura 14

Transformador eléctrico de 500 kVa instalado en la planta 4



Fuente: Elaboración de Autores

El transformador tiene una capacidad nominal de 500 kVA, lo que indica su potencia aparente máxima.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Capacidad del Breaker.

Figura 15
Capacidad nominal de 1200 A del breaker principal de panel de distribución



Fuente: Elaboración de Autores

Muestra el breaker principal del panel de distribución de Yazaki Planta 4, con una capacidad nominal de 1,200 amperios. Este valor indica el límite máximo de corriente que puede manejar el sistema.

Capacidad del generador eléctrico.

Figura 16
Placa de datos técnicos del generador eléctrico, indicando una capacidad de 625 KVA

A photograph of a technical data plate for an electrical generator. The plate is white with black text and a grid. At the top, it shows '480/277', '60', and '1800'. Below this is a table with columns 'PRP' and 'ESP'. The rows are 'kVA', 'kW', and 'A'. To the right of the table, there is a section for 'Ambiance (°C)' with a value of '27'. At the bottom, there are labels 'PRP: Pissance F' and 'ESP: Service Secours'.

El generador eléctrico tiene una capacidad nominal de 625 kVA, lo que indica su potencia máxima disponible para respaldo o suministro directo.

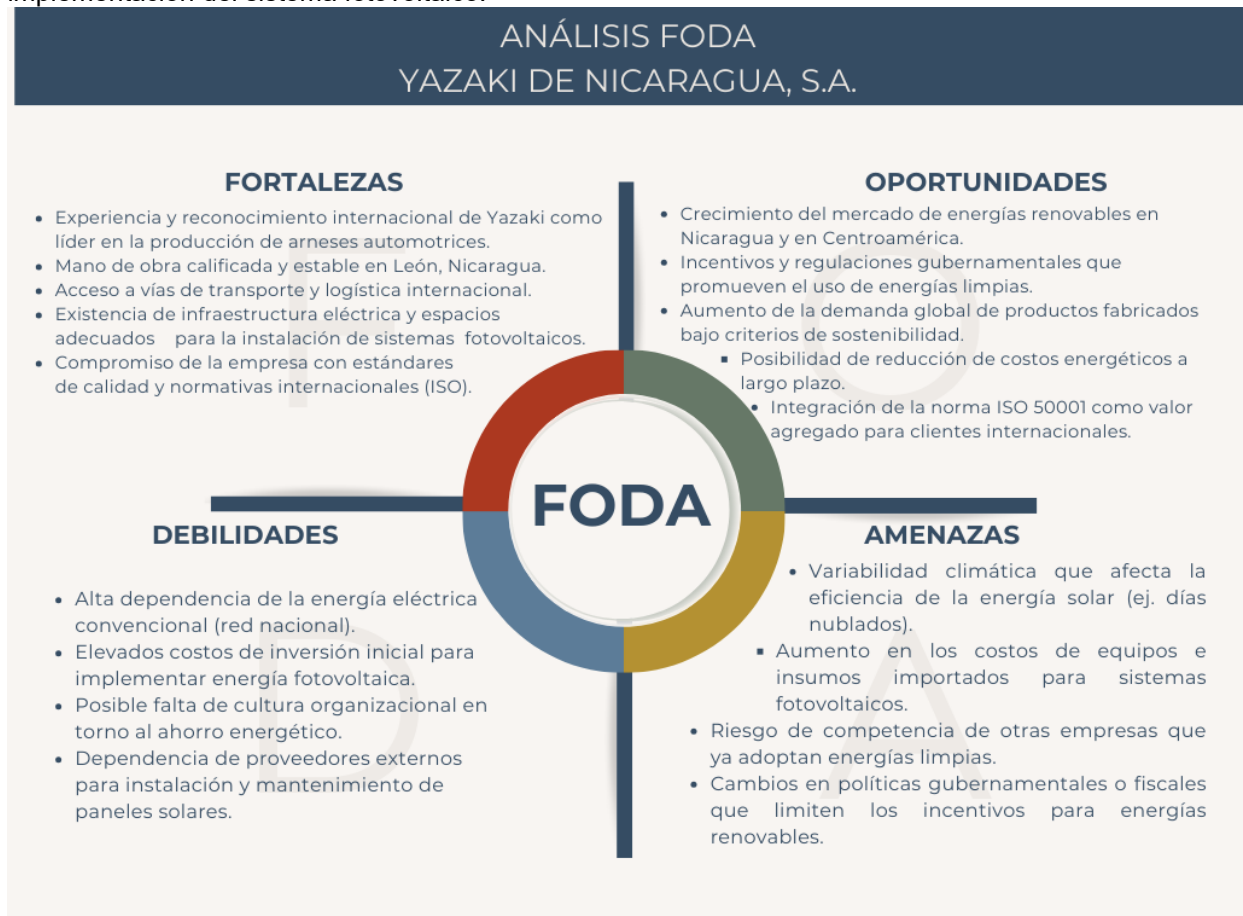
OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

4.1.5 Análisis FODA

El análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) constituye la primera etapa de la evaluación estratégica. Este marco permite examinar la situación interna y externa de la empresa para identificar sus capacidades distintivas y los desafíos del entorno. Las fortalezas y debilidades se enfocan en los atributos internos de la organización, como sus recursos, procesos y capacidades. Por su parte, las oportunidades y amenazas analizan factores externos, tales como las tendencias del mercado y la competencia, que pueden impactar la viabilidad del proyecto de implementación fotovoltaica.

Figura 17

Análisis FODA: Matriz estratégica de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas para la implementación del sistema fotovoltaico.



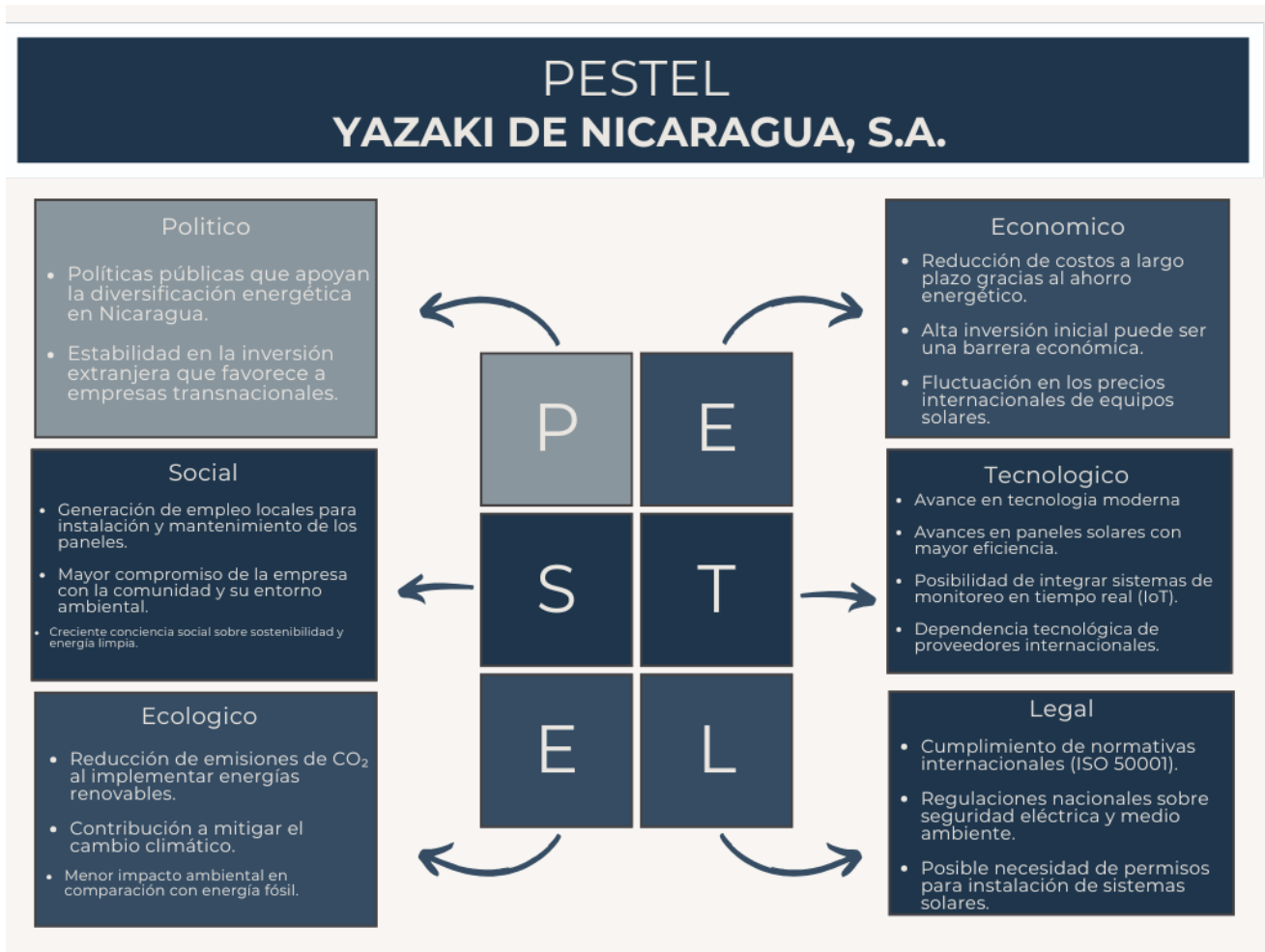
Fuente: Elaboración de Autores

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

4.1.6 Análisis PESTEL

El análisis PESTEL se emplea para evaluar el macroentorno de la empresa, identificando y analizando los factores externos que influyen en su operación. Este modelo examina las variables Políticas, Económicas, Sociales, Tecnológicas, Ambientales y Legales para comprender cómo los cambios en estos ámbitos pueden afectar al proyecto. Cada uno de estos factores representa un conjunto de riesgos y oportunidades que deben considerarse en la planificación estratégica, asegurando que la implementación del sistema fotovoltaico se alinee con las dinámicas del contexto global y local.

Figura 18
ANALISIS PESTEL A YAZAKI NIC. S.A



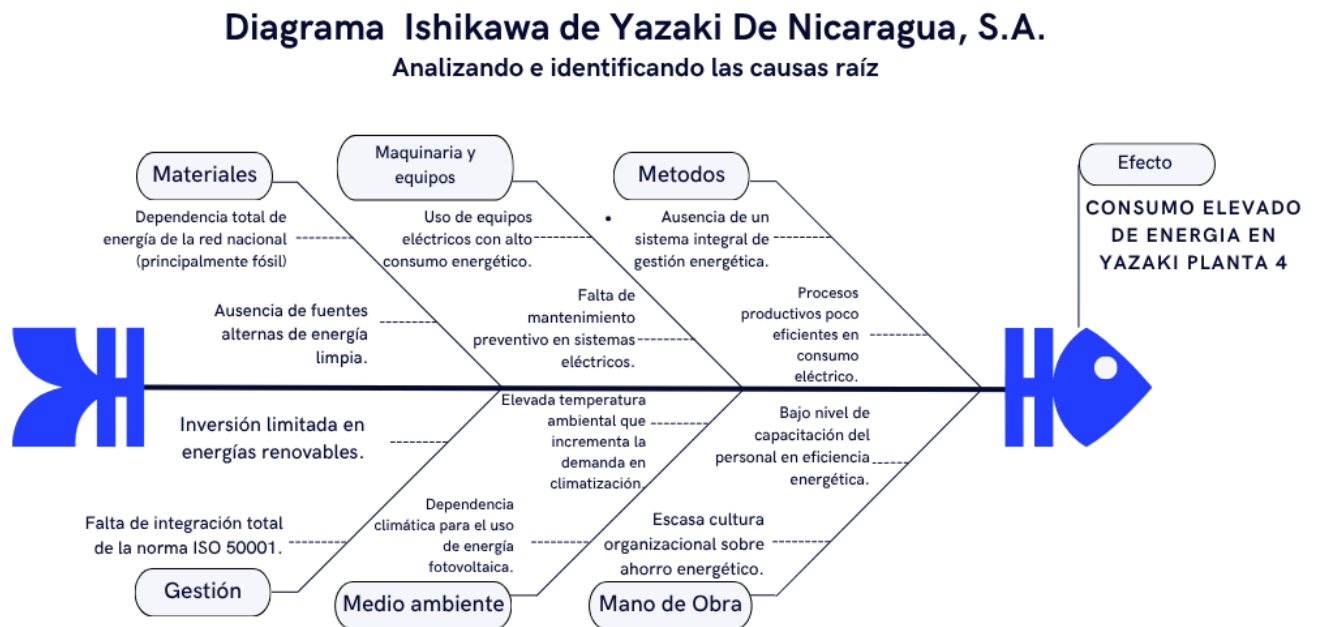
Fuente: Elaboración de Autores

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

4.1.7 Diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa y efecto, es una herramienta visual utilizada para identificar las causas raíz de un problema específico. Su estructura, similar a la de una espina de pescado, organiza las causas potenciales en categorías principales (típicamente Métodos, Mano de obra, Medición, Maquinaria, Materiales y Medio ambiente). Este análisis permitirá desglosar los desafíos identificados en el diagnóstico, como el alto consumo energético o la ineficiencia de equipos, para determinar los factores subyacentes que deben ser abordados en la propuesta de mejora.

Figura 19 Factores externos que indican la viabilidad del proyecto de energía renovable



Fuente: Elaboración de Autores

CAPÍTULO V. ESTUDIO DE INGENIERÍA

La energía eléctrica es un recurso esencial en las zonas francas, ya que debido a su disponibilidad, eficiencia y costo depende en gran medida de la competitividad y sostenibilidad de sus procesos productivos. La optimización del consumo energético de la red, se vuelve un factor clave para las empresas industriales, no solo por el impacto económico que representa en los costos operativos, sino también por su incidencia en la reducción de emisiones y el cumplimiento de compromisos ambientales.

El presente estudio se enmarca en un modelo de optimización del consumo de energía eléctrica mediante la integración de un sistema fotovoltaico, desarrollado bajo el enfoque de la norma ISO 50001. Para ello, se identifican los equipos críticos de la planta de producción de Yazaki y se cuantifica el consumo energético asociado a su operación, con el fin de reconocer los principales focos de demanda. El aprovechamiento eficiente de la energía forma parte esencial de la gestión de este recurso, por lo que se llevó a cabo una auditoría energética en la Planta 4, orientada a analizar los requisitos normativos para la incorporación de tecnologías renovables y evaluar las prácticas actuales de gestión energética. Finalmente, se plantea una propuesta técnica y económica para la integración de un sistema fotovoltaico, que permita reducir la dependencia de la red, optimizar el desempeño energético y fortalecer la sostenibilidad de las operaciones de la empresa.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

5.1 Consumo Histórico y Proyecciones.

El análisis de consumo histórico de energía en la planta 4 de Yazaki constituye un insumo esencial para comprender el comportamiento de la demanda eléctrica en los últimos años y anticipar las tendencias de corto plazo. A través de los registros de consumo mensual, se identifican patrones de estacionalidad e incrementos asociados a la capacidad productiva.

Estos datos permiten no solo mostrar la evolución del consumo de un periodo, sino también proyectar los valores estimados para los meses faltantes, con el fin de contar con una base de referencia sobre el cual se fundamentan las estrategias orientadas optimización energética.

La siguiente tabla presenta los datos de consumo mensual registrados en la planta durante el periodo de enero 2023 a julio 2025, sin separar por área operativa.

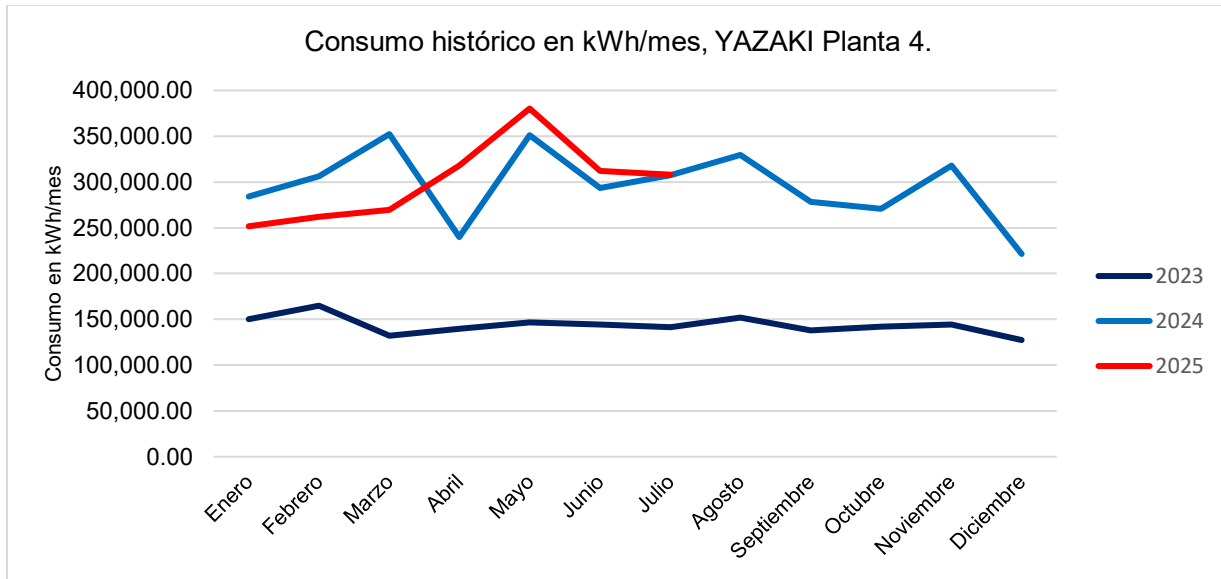
Tabla 4
Consumo Mensual registrado

| CONSUMO EN kWh/mes, YAZAKI PLANTA 4 | | | |
|-------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Mes | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | 150,360.00 | 284,255.00 | 251,663.00 |
| Febrero | 164,920.00 | 306,087.00 | 261,909.00 |
| Marzo | 132,160.00 | 352,303.00 | 269,645.00 |
| Abril | 139,440.00 | 239,840.00 | 317,776.00 |
| Mayo | 146,669.00 | 351,005.00 | 380,267.00 |
| Junio | 144,200.00 | 293,759.00 | 312,275.00 |
| Julio | 141,400.00 | 307,738.00 | 307,863.00 |
| Agosto | 151,760.00 | 329,820.00 | - |
| Septiembre | 138,040.00 | 278,391.00 | - |
| Octubre | 141,960.00 | 270,981.00 | - |
| Noviembre | 144,200.00 | 317,777.00 | - |
| Diciembre | 127,400.00 | 221,459.00 | - |
| Total acumulado año | 1,722,509.00 | 3,553,415.00 | 2,101,398.00 |
| Promedio de consumo mensual | 143,542.42 | 296,117.92 | 300,199.71 |

Fuente: Elaboración de Autores

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Figura 20
Consumo de kWh mensualmente



Fuente: Elaboración de Autores

Comportamiento anual de consumo.

Año 2023:

El consumo total anual fue de 1,722,509 kWh, con un promedio mensual de 143,542 kWh. Se observa un comportamiento estable, con ligeras oscilaciones entre los meses, pero sin picos significativos. Esto refleja un nivel de demanda energética relativamente controlado y consistente con una operación en estado base, posiblemente con menor nivel de producción o sin ampliaciones significativas en la carga instalada.

Año 2024:

El consumo energético ascendió a 3,553,414 kWh, con un promedio mensual de 296,118 kWh, prácticamente el doble en comparación con 2023. Este incremento puede asociarse a:

- Aumento de la producción.
- Expansión de líneas de ensamble.
- Incorporación de equipos adicionales con mayor demanda energética.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

- Cambio en los turnos de trabajo o incremento de horas operativas.

El comportamiento mensual muestra oscilaciones notorias, con valores que van desde 239,840 kWh en abril hasta 352,303 kWh en marzo, lo que indica que la planta comenzó a tener picos de consumo más pronunciados según la carga de producción.

Año 2025 (enero – julio):

Hasta Julio, el consumo acumulado es de 2,101,398 kWh, con un promedio mensual de 300,200 kWh, ligeramente superior al promedio de 2024. Este dato confirma que la planta ha mantenido una tendencia de alta demanda energética desde la expansión evidenciada en 2024.

Destacan consumos elevados en mayo (380,267 kWh) y abril (317,776 kWh), lo que podría asociarse a meses de mayor de producción. Sin embargo, también se observa una relativa estabilidad entre junio y julio (~312,000 kWh), lo que indica que la planta alcanzó un nivel de consumo sostenido en su operación.

Incremento respecto al año anterior.

Tabla 5
Incremento de consumo

| Año | Consumo Anual (kWh) | Promedio Mensual (kWh) | Incremento respecto al año anterior (%) |
|------|---------------------|------------------------|---|
| 2023 | 172,250.00 | 143,542.00 | - |
| 2024 | 355,700.00 | 296,417.00 | 106.50% |
| 2025 | 362,450.00 | 302,042.00 | 1.90% |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Proyección de Consumo.

La proyección de consumo energético en la planta 4 de Yazaki, es de suma importancia dentro del proceso de optimización mediante la integración de un sistema fotovoltaico bajo el enfoque de la norma ISO 50001, ya que permite anticipar el comportamiento de la demanda eléctrica en los meses de agosto a diciembre 2025 y compararlo con el consumo en el año 2024.

Para la estimación de los meses de agosto a diciembre 2025 se utiliza el método de regresión lineal, basado en los datos históricos de consumo medido entre enero y julio y 2025. Estos cálculos permiten identificar la tendencia de crecimiento en el uso de la energía y proyectarla hacia los meses restantes, generando así un estimado de consumo anual total.

Cálculos de Proyección de consumo de energía:

Datos (Enero – Julio 2025):

Tabla 6
Datos para la regresión lineal

| Meses 2025 | X | Y |
|------------|---|------------|
| Enero | 1 | 251,663.00 |
| Febrero | 2 | 261,909.00 |
| Marzo | 3 | 269,645.00 |
| Abril | 4 | 317,776.00 |
| Mayo | 5 | 380,267.00 |
| Junio | 6 | 312,275.00 |
| Julio | 7 | 307,863.00 |

1. Sumas y Promedios.

$$n = 7$$

$$\sum x = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 = 28$$

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

$$\sum y = 251,663.00 + 261,909.00 + 269,645.00 + 317,776.00 + 380,267.00 + 312,275.00 + 307,863.00 = 2,101,398.00$$

Productos $x \cdot y$ (cada par):

| x | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| y | 251,663.00 | 261,909.00 | 269,645.00 | 317,776.00 | 380,267.00 | 312,275.00 | 307,863.00 |
| xy | 251,663.00 | 523,818.00 | 808,935.00 | 1,271,104.00 | 1,901,335.00 | 1,873,650.00 | 2,155,041.00 |

$$\sum x \cdot y = 251,663.00 + 523,818.00 + 808,935.00 + 1,271,104.00 + 1,901,335.00 + 1,873,650.00 + 2,155,041.00 = 8,785,546.00$$

$$\sum x^2 = 1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 + 6^2 + 7^2 = 140$$

Promedios:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{28}{7} = 4 \quad \bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{2,101,398.00}{7} = 300,199.71$$

2. Cálculo del coeficiente de regresión lineal (b).

Fórmula:

$$b = \frac{\sum(x \cdot y) - n(\bar{x} \cdot \bar{y})}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2}$$

Sustituyendo,

$$b = \frac{8,785,546.00 - 7 \cdot (4 \cdot 300,199.71)}{140 - 7(4^2)} = \frac{8,785,546.00 - 7 \cdot 1,200,798.86}{140 - 112} = \frac{8,785,546.00 - 8,405,592.00}{28} = \frac{379,954.00}{28} = 13,569.79$$

3. Calcula a (ordenada en el origen)

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 300,199.71 - 13,569.79 \cdot 4$$

$$b\bar{x} = 13,569.79 \cdot 4 = 54,279.14$$

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

$$a = 300,199.71 - 54,279.14 = 245,920.57$$

Ecuación final:

$$\hat{y} = a + bx = 245,920.57 + 13,569.79 (x)$$

4. Proyección de consumo mes a mes (Julio = x = 7; Diciembre = x =12)

Julio (x=7):

$$\hat{y} = 245,920.57 + 13,569.79 (7)$$

$$\hat{y} = 340,909.10$$

Agosto (x=8):

$$\hat{y} = 245,920.57 + 13,569.79 (8)$$

$$\hat{y} = 354,478.89$$

Septiembre (x=9):

$$\hat{y} = 245,920.57 + 13,569.79 (9)$$

$$\hat{y} = 368,048.68$$

Octubre (x=10):

$$\hat{y} = 245,920.57 + 13,569.79 (10)$$

$$\hat{y} = 381,618.47$$

Noviembre (x=11):

$$\hat{y} = 245,920.57 + 13,569.79 (11)$$

$$\hat{y} = 395,188.26$$

Diciembre (x=12):

$$\hat{y} = 245,920.57 + 13,569.79 (12)$$

$$\hat{y} = 408,758.00$$

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Los cálculos de proyección de consumo para el periodo de agosto a diciembre 2025 reflejan una tendencia de consumo energético en línea con el comportamiento histórico de la planta, donde se evidencia un incremento gradual respecto a la línea base del 2024. Esta proyección permite anticipar el consumo anual del total del 2025 y disponer de un punto de comparación entre los datos reales de enero a julio y las proyecciones de los meses restantes. La información resultante servirá como insumo para analizar la evolución del consumo.

Con el fin de visualizar la manera clara de la evolución del consumo energético, en la siguiente tabla que se presenta, integra tres componentes fundamentales: la línea base correspondiente al año 2024, los consumos reales registrados de enero a julio de 2025 y las proyecciones calculadas para el periodo de agosto a noviembre de 2025. Esta comparación permite identificar el comportamiento y tendencias de consumo en la planta 4 de Yazaki.

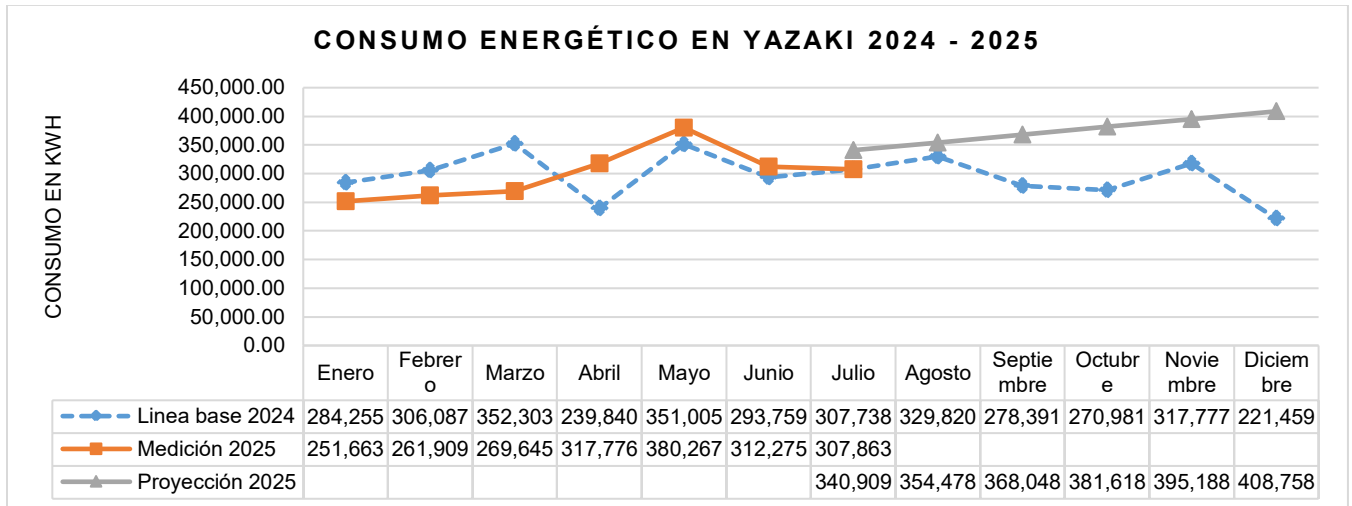
Tabla 7
Consumo y Proyección en kWh/ mes

| CONSUMO EN kWh/mes, YAZAKI PLANTA 4 | | | | |
|--|------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------------|
| Mes | Línea base 2024 | Medición 2025 | Proyección 2025 | Variación Porcentual |
| 1 enero | 284,255.00 | 251,663.00 | - | -12.95% |
| 2 febrero | 306,087.00 | 261,909.00 | - | -16.87% |
| 3 marzo | 352,303.00 | 269,645.00 | - | -30.65% |
| 4 abril | 239,840.00 | 317,776.00 | - | 24.53% |
| 5 mayo | 351,005.00 | 380,267.00 | - | 7.70% |
| 6 junio | 293,759.00 | 312,275.00 | - | 5.93% |
| 7 Julio | 307,738.00 | 307,863.00 | 340,909.10 | 0.04% |
| 8 agosto | 329,820.00 | - | 354,478.89 | 6.96% |
| 9 septiembre | 278,391.00 | - | 368,048.68 | 24.36% |
| 10 octubre | 270,981.00 | - | 381,618.47 | 28.99% |
| 11 noviembre | 317,777.00 | - | 395,188.26 | 19.59% |
| 12 diciembre | 221,459.00 | - | 408,758.00 | 45.82% |
| Total acumulado año | 3,553,415.00 | 2,101,398.00 | 2,249,001.40 | |
| Promedio de consumo mensual | 296,117.92 | 334,124.19 | | |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Figura 21

Consumo energético en Yazaki 2024-2025



Fuente: Elaboración de Autores

El gráfico “Consumo energético en Yazaki 2024-2025” muestra de forma comparativa el comportamiento mensual del consumo eléctrico en la planta 4 de Yazaki, diferenciando tres curvas: la línea base del año 2024, las mediciones reales de enero a julio 2025 y una proyección de consumo estimada de julio a diciembre 2025. Esta estructura permite visualizar la evolución del consumo, identificar desviaciones respecto al patrón histórico y anticipar el cierre energético del 2025.

Donde, la línea azul punteada representa el consumo mensual registrado en 2024, con valores estables entre 284,000.00 y 321,000 kwh. Por otra parte, la línea naranja muestra los consumos reales de enero a julio 2025. Se observa un inicio por debajo de la línea base, lo que indica una mejora en eficiencia o una menor carga operativa en los primeros tres meses. Sin embargo, a partir de marzo se evidencia un incremento sostenido, alcanzando su punto más alto en mayo con 380,267 kWh.

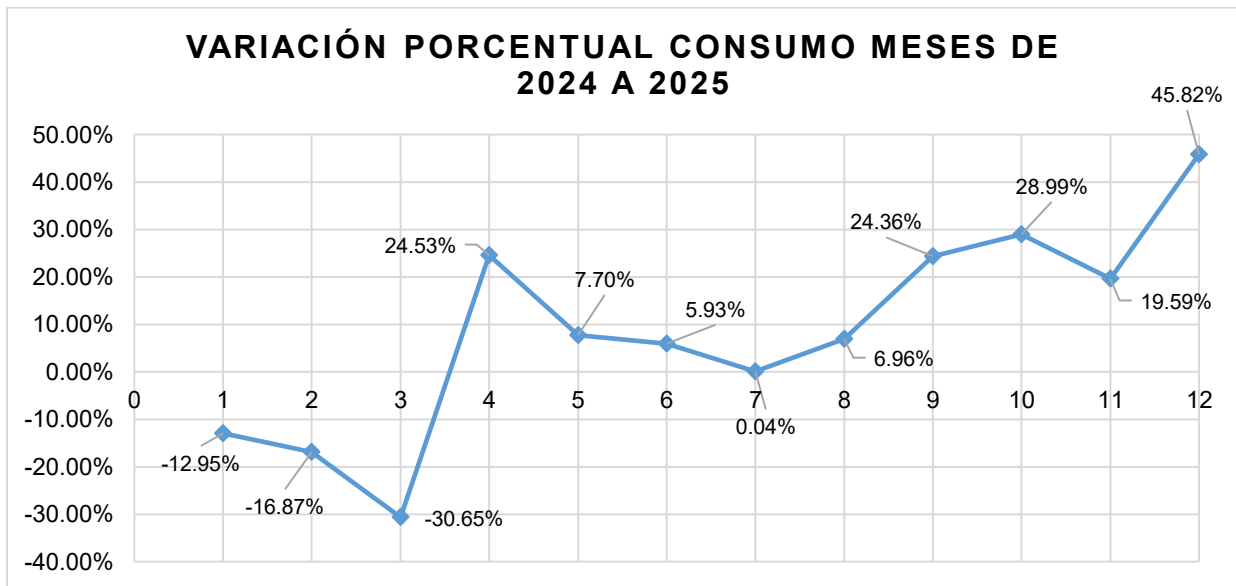
La línea gris representa la proyección de consumo para julio a diciembre 2025. Esta estimación se realizó mediante un modelo de regresión lineal, utilizando como base los datos reales del primer semestre. El modelo detecta una tendencia creciente en el consumo mensual y la proyecta hacia el segundo semestre considerando que las

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

condiciones operativas se mantendrán constantes. Por ende, los valores proyectados aumentan progresivamente desde 354,478.89 kWh en agosto hasta 408,758.00 en diciembre. Este incremento responde directamente a la tendencia ascendente identificada en el modelo de regresión lineal aplicado sobre los datos reales del primer semestre. Es importante destacar que este tipo de proyección no incorpora factores como mantenimientos, paros técnicos o cierres administrativos.

A continuación, se presenta la variación porcentual mensual del consumo energético en Yazaki durante el año 2025, en comparación con los valores registrados en 2024. Este análisis permite identificar los meses en los que se han producido incrementos o reducciones significativas en la demanda eléctrica.

Figura 22
Variación Porcentual consumo de meses 2024-2025



Fuente: Elaboración de Autores

La grafica muestra el comportamiento porcentual del consumo energético mes a mes. Se observa una disminución significativa en los primeros tres meses del año, alcanzando un mínimo de -30.87% en marzo. A partir de abril la tendencia cambia y se registran variaciones positivas destacando incrementos importantes en octubre, noviembre y diciembre.

5.2 Costos en pago de energía eléctrica en Yazaki planta 4.

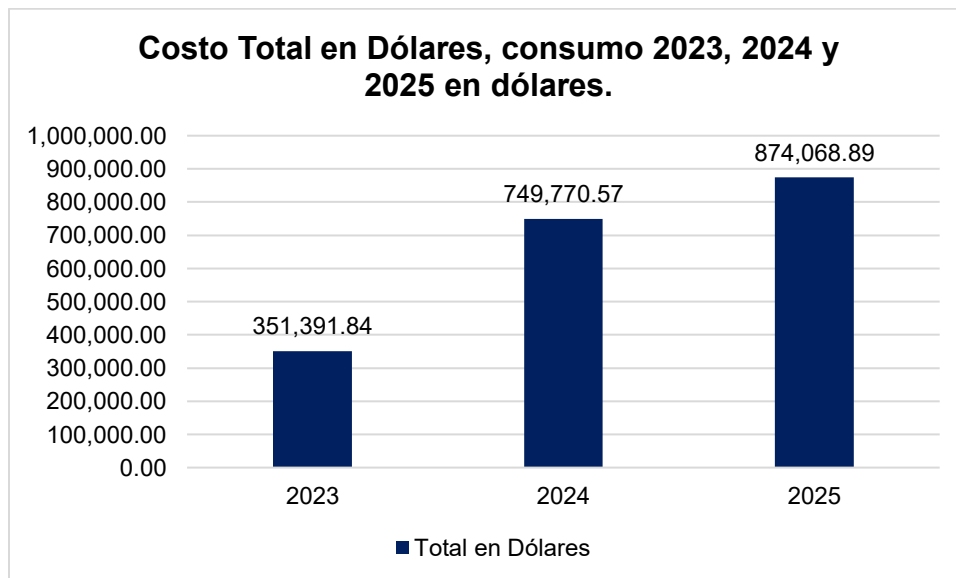
El precio del kWh para cada año se estima en función del pago total anual por consumo energético, dividido entre el total de kWh facturados en ese mismo periodo. Los resultados se presentan en la siguiente tabla para los años 2023, 2024 y 2025

Tabla 8
Costo en pago de energía eléctrica en Yazaki planta 4

| Año | Precio por kWh en \$ | kWh Consumidos | Total en dólares |
|------|----------------------|----------------|---------------------|
| 2023 | 0.204 | 1,722,509.00 | \$351,391.84 |
| 2024 | 0.211 | 3,553,415.00 | \$749,770.57 |
| 2025 | 0.218 | 4,009,490.30 | \$874,068.89 |

Fuente: Elaboración de Autores

Figura 23
Costo Total en dólares



Fuente: Elaboración de Autores

El gráfico muestra un incremento sostenido en el costo total de consumo: pasó de \$351,391.84 en 2023 a \$749,770.57 en 2024, y alcanzó \$874,068.89 en 2025. El salto de 2023 a 2024 equivale a un aumento de más del 110 %, mientras que de 2024 a 2025 el crecimiento se moderó al margen del 16 %. Esta tendencia refleja tanto el alza en las

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

tarifas energéticas como un posible incremento en las horas de operación o la incorporación de nuevos equipos.

5.3 Consumo de equipos críticos en la planta 4 de Yazaki: Máquinas críticas y Sistema de Ventilación.

Consumo de quipos críticos (Maquinarias)

La planta cuenta con 216 máquinas en operación y, para estimar de forma precisa su demanda energética, se seleccionó una muestra de cinco tipos de equipos: Komax Alph 355, Prensa Mecal TT, Máquina de Trenzado TM-100, Schleuniger Crimpcenter y Horno Mecalbi STCS-CS14. Para los datos se usaron herramientas de medición como el multímetro y voltímetro. En cada unidad muestreada se registraron el voltaje y la corriente nominal de alimentación, la potencia activa bajo carga (kW) y las horas de uso mensual.

Tabla 9
Muestreo de Maquinarias

| Tipo de Máquina | Total de máquinas en la planta | Cantidad de Muestra | Voltaje (V) | Amperaje (A) | Potencia (kW) | Horas de uso mes | Consumo de muestra (kWh/mes) |
|---|--------------------------------|---------------------|-------------|--------------|---------------|------------------|------------------------------|
| Komax Alpha 355 | 19 | 6 | 220 | 13 | 5 | 390 | 11,700.00 |
| Prensa Mecal TT | 22 | 10 | 220 | 2.5 | 0.55 | 260 | 1,430.00 |
| Máquina de Trenzado TM -100 | 19 | 5 | 220 | 1 | 0.44 | 260 | 572.00 |
| Máquina de corte y procesos especiales Schleuniger crimpcenter | 8 | 8 | 220 | 16 | 3.68 | 390 | 11,481.60 |

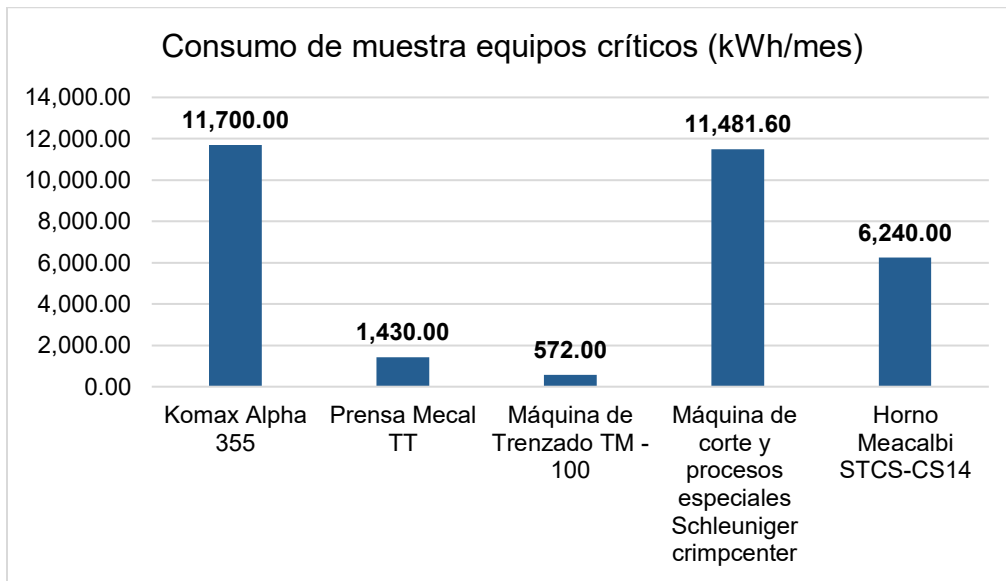
OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

| | | | | | | | |
|---|----|----|-----|-----|---|-----|------------------|
| Horno Meacalbi STCS-CS14 | 12 | 12 | 220 | 8.7 | 2 | 260 | 6,240.00 |
| CONSUMO TOTAL DE LA MUESTRA EN KWH/MES | | | | | | | 31,423.60 |

Fuente: Elaboración de Autores

Figura 24

Consumo de muestra de equipos críticos kWh/ mes



Fuente: Elaboración de Autores

La grafica de barras titulada “Consumo de muestra de equipos críticos en kWh/mes, representa el consumo mensual de los equipos tomados como muestra para las mediciones, donde para la Komax Alpha 355 se tomaron 6 equipos de muestra, para la prensa de mecal TT se tomaron 10, para las máquinas de trenzado TM-100 se tomó 5, para las Schleuniger crimpcenter se tomaron 8 y para los Hornos Meacalbi STCS-CS14 se tomaron 12.

Se muestra que los equipos Schleuniger Crimpcenter y Komax Alpha 355 son los principales consumidores energéticos, superando los 10,000 kWh/mes, lo que los convierte en candidatos prioritarios para intervenciones de eficiencia. El Horno Meacalbi STCS-CS14 también presenta un consumo elevado por su uso prolongado. En contraste,

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

la Prensa Mecal TT y la Máquina de Trenzado TM-100 tienen consumos bajos, aunque su uso frecuente podría justificar optimizaciones.

Diagrama de Pareto en base a consumo energético de equipos críticos.

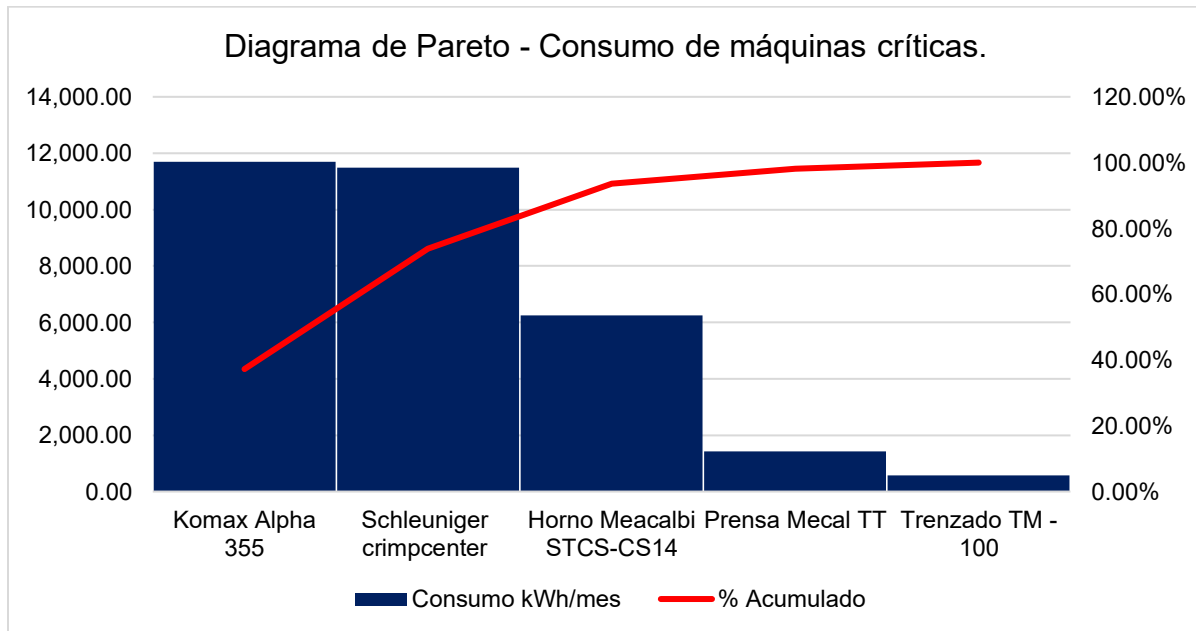
Equipos de mayor a menor consumo

Tabla 10
Equipos de Mayor a Menor Consumo

| Tipo de Máquina | Consumo kWh/mes | % del total | % Acumulado |
|---------------------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Komax Alpha 355 | 11,700.00 | 37.23% | 37.23% |
| Schleuniger crimpcenter | 11,481.60 | 36.54% | 73.77% |
| Horno Meacalbi STCS-CS14 | 6,240.00 | 19.86% | 93.63% |
| Prensa Mecal TT | 1,430.00 | 4.55% | 98.18% |
| Trenzado TM -100 | 572 | 1.82% | 100.00% |

Fuente: Elaboración de Autores

Figura 25
Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración de Autores

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

El Diagrama de Pareto sobre el consumo energético revela una clara y marcada desproporción que debe guiar la estrategia de ahorro de la planta. Este análisis se basa en el principio del 80/20, donde solo unos pocos equipos son responsables de la mayor parte del consumo total. Las dos máquinas más importantes o consumidores vitales son la Komax Alpha 355 (11,700.00 kWh/mes) y la Máquina de corte y procesos especiales Schleuniger crimpcenter (11,481.60 kWh/mes). La curva de porcentaje acumulado (la línea roja) asciende drásticamente, indicando que estas dos máquinas por sí solas representan un consumo mayor entre todos los equipos.

Por esta razón, cualquier esfuerzo para optimizar o reducir costos debe enfocarse en estas dos unidades; lograr una pequeña mejora en su eficiencia tendrá un impacto significativamente mayor que cualquier acción tomada sobre el resto de la maquinaria. Por otra parte, el Horno Meacalbi STCS-CS14 (6,240.00 kWh/mes) y en menor medida la Prensa Mecal TT (1,430.00 kWh/mes) y la Máquina de Trenzado TM-100 (572.00 kWh/mes) son los consumidores de menor valor.

Equipos de ventilación y climatización:

En toda instalación industrial, los sistemas de ventilación y climatización desempeñan una función esencial para garantizar condiciones térmicas adecuadas, seguridad ocupacional y continuidad operativa. Estos equipos, aunque no intervienen directamente en el proceso productivo, representan un consumo eléctrico significativo debido a su uso continuo y generalizado en diferentes áreas de la planta.

El sistema de ventilación y climatización está constituido por 259 abanicos industriales de 220V y 3A, con funcionamiento promedio de 15 horas diarias durante 26 días al mes, los cuales permiten la renovación y circulación del aire, contribuyendo a mitigar la acumulación de calor en la planta. Para climatización se cuenta con 16 unidades de aire acondicionado instalados en oficinas y área de comedor. Estos equipos presentan un promedio de 15 horas de operación diaria en 26 días al mes.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de estimación de consumo de los abanicos y equipos de aire acondicionado, con el fin de identificar su peso específico

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

dentro del balance energético global de la planta y reconocer oportunidades de optimización.

Tabla 11
Estimación de Consumo

| Equipo | No. de equipos. | Voltaje (V) | Corriente (A) | Potencia (kW) | Horas/día | Días/mes | Consumo mensual por unidad (kWh) | Consumo mensual total (kWh) |
|---------------------------------|-----------------|-------------|---------------|---------------|-----------|----------|----------------------------------|-----------------------------|
| Abanicos | 259 | 220 | 3 | 0.66 | 15 | 26 | 257.40 | 66,666.60 |
| Aire Acondicionado 32K BTU | 16 | 220 | 11 | 2.42 | 15 | 26 | 943.80 | 15,100.80 |
| TOTAL CONSUMO EN kWh/mes | | | | | | | | 81,767.40 |

Fuente: Elaboración de autores

En visita de campo e inspección planificada en la planta, se recopiló información técnica de los equipos de ventilación y climatización instalados. Durante este proceso se identificaron parámetros como el voltaje de funcionamiento y la corriente nominal de cada equipo, lo cual permitió aplicar la relación básica de la potencia eléctrica del voltaje por la intensidad. De esta forma, se determinó la potencia de operación de los abanicos y de los aires acondicionados. Posteriormente, las potencias obtenidas se convirtieron a kilovatios (kW) para facilitar el análisis energético y cálculo de consumos mensuales.

Para los abanicos con un voltaje de 220 V y una corriente de 3 A por unidad, se obtuvo una potencia de 0.66 kW al considerar su régimen de operación de 15 horas diarias durante 26 días al mes, el consumo por unidad alcanzó 257.4 kWh/mes, lo que, multiplicado por el total de equipos, representó un consumo global de 66,666.6 kWh/mes.

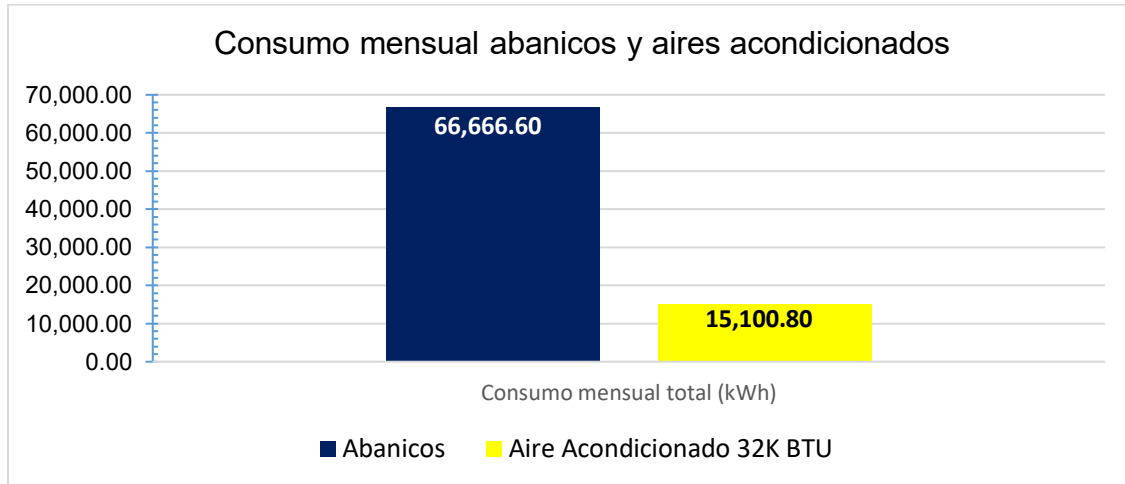
Por otra parte, el aire acondicionado de 32,000 BTU registraron un voltaje de 220 V y una corriente de 11 A, resultando en una potencia unitaria de 2.42 kW bajo las mismas

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

condiciones de operación, cada equipo presentó un consumo de 943.80 kWh/mes. En conjunto, las 16 unidades alcanzaron un consumo mensual de 15,100.80 kWh/mes.

Figura 26

Consumo mensual de abanicos y aire acondicionado



La gráfica titulada “Consumo mensual de abanicos y aires acondicionados” representa una comparación cuantitativa del consumo energético total en kilovatios-hora (kWh) entre dos categorías de equipos: abanicos y aires acondicionados. Los abanicos registran un consumo mensual de 66,666.60 kWh, mientras que los aires acondicionados alcanzan los 15,100.80 kWh. Esta diferencia se explica principalmente por la cantidad de unidades instaladas, lo que convierte a los abanicos en la carga dominante del sistema eléctrico, a pesar de su menor potencia nominal (0.66 kW frente a 2.42 kW por unidad).

Estimado de costo de consumo sistema de ventilación:

Tabla 12

Consumo mensual abanicos y aire acondicionado

| Equipos | kWh/mes consumido | Costo por kWh | Costo Total |
|-----------------------------------|-------------------|---------------|--------------------|
| Abanicos | 66,666.60 | 0.218 | \$14,533.32 |
| Aires Acondicionados | 15,100.80 | 0.218 | \$3,291.97 |
| Costo total mes en dólares | | | \$17,825.29 |

Fuente: Elaboración de autores

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Figura 27

Costo total en dólares consumidos en Sistema de ventilación



Fuente: Elaboración de Autores

El costo operativo mensual del sistema de ventilación y climatización asciende a \$17,825.29. Este gasto se distribuye entre los dos componentes principales del sistema. Los Aires Acondicionados presentan un gasto de 15,100.80 kWh/mes, con un costo de \$3,291.97 al aplicar la tarifa de \$0.218 por kWh. Por su parte, los abanicos consumen 66,666.60 kWh/mes, generando un costo mensual de \$14,533.32 bajo la misma tarifa.

Análisis de Causa-Efecto.

Para comprender las causas que originan el elevado consumo energético de los ventiladores y aires acondicionados, se elaboró un diagrama de Ishikawa (Causa y Efecto). Esta herramienta permite organizar de manera sistemática los diferentes factores que inciden en el problema.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Figura 28
Diagrama causa y efecto ante el Alto consumo energético



Fuente: Elaboración de Autores

El análisis del diagrama muestra que el alto consumo energético se debe a la falta de conciencia del personal, métodos de operación poco eficientes, equipos con bajo mantenimiento y ausencia de control. Se observó además que los ventiladores permanecen encendidos en estaciones sin actividad y durante los cambios de turno o descansos, generando consumo innecesario.

5.3 Auditoria energética interna en base a los requisitos de la norma ISO 50001 para la implementación de un Sistema Fotovoltaico.

Se llevó a cabo una auditoría energética en la planta 4 de Yazaki, con el objetivo de analizar los requisitos de la norma ISO 50001 para la integración de un sistema fotovoltaico, orientada a identificar las condiciones actuales de consumo y las oportunidades mejora en la gestión de la energía.

Este proceso contó con la participación activa de jefaturas de la planta, quienes brindaron apoyo en la recolección de datos, revisión de registros y verificación en campo, lo que permitió obtener una visión más completa y real de la situación energética. La auditoría se desarrolló utilizando una lista de verificación, el cual facilitó la evaluación de los equipos, instalaciones y prácticas de operación en relación con los lineamientos de la ISO 50001.

La lista de verificación aplicada en la auditoría estuvo conformada por apartados de introducción, contexto de la organización, liderazgo, planificación, soporte, operación, evaluación del desempeño y mejora, en concordancia con la estructura de la norma ISO 50001.

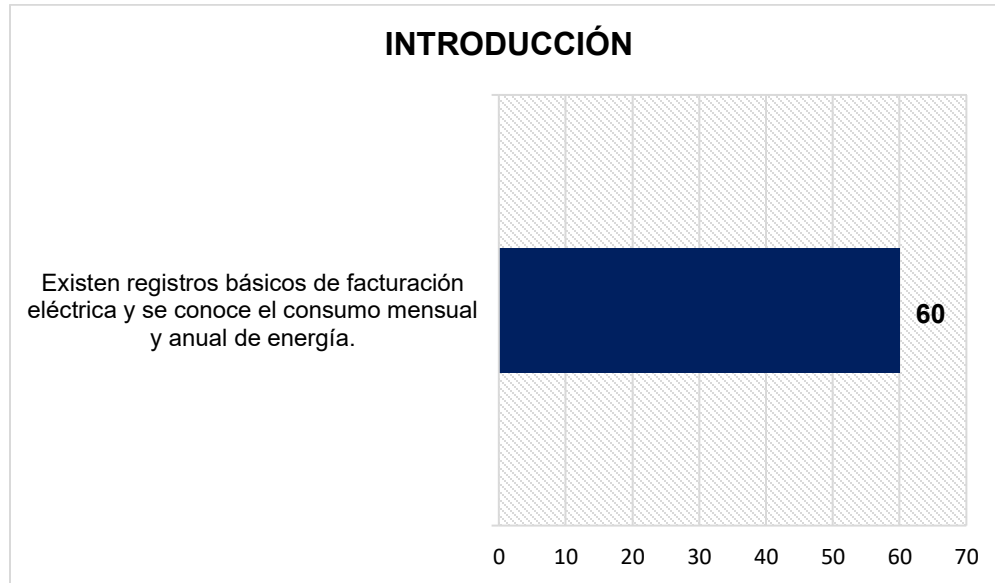
OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Resultados de la auditoría aplicada:

- **Introducción**

Figura 29

Introducción a la Auditoria



Fuente: Elaboración de Autores

Registro y control del consumo energético (60%): La planta cuenta con registros básicos de facturación eléctrica que permiten conocer el consumo mensual y anual, alcanzando un cumplimiento del 60%. Esto evidencia un control inicial adecuado, aunque aún limitado por la falta de separación en los usos significativos de la energía. Según ISO 50001, es necesario fortalecer el monitoreo y la gestión de datos para una planificación energética más precisa. La futura integración del sistema fotovoltaico no sólo contribuía a reducir costos, sino que también impulsaría la implementación de herramientas de medición más completas por áreas, alineadas con la mejora continua.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

- **Contexto de la Organización**

Figura 30
Contexto de la Organización



Fuente: Elaboración de Autores

Interés de la gerencia en proyectos de ahorro energético o energías renovables (40%): La gerencia manifiesta un interés moderado en proyectos relacionados con eficiencia energética y energías renovables alcanzando un 40%. Aunque existe disposición inicial, este nivel refleja que aún no se ha consolidado un compromiso estratégico que asegure la asignación de recursos o la priorización del sistema fotovoltaico dentro de los planes de la organización.

Cumplimiento de requisitos legales y normativo aplicable a proyectos fotovoltaicos (60%): Se evidencia un avance con significativo en el conocimiento de los requisitos legales y normativos que regulan los proyectos fotovoltaicos, con un 60% de cumplimiento. No obstante, este aspecto requiere fortalecerse mediante un marco normativo más completo y actualizado que garantice la conformidad plena del proyecto.

Identificación de riesgos y oportunidades vinculados a la futura integración del SFV (20%): El análisis de riesgos y oportunidades vinculados al SFV es aún inicial, con un 20% de cumplimiento. Esto implica que no se han evaluado de manera sistemática los factores técnicos, financieros y regulatorios que podrían afectar la implementación, lo cual limita la capacidad de anticipar y mitigar posibles barreras.

Análisis de factores internos y externos que puedan afectar la futura implementación del SFV (20%): el bajo cumplimiento (20%), refleja que los factores internos como infraestructura, disponibilidad del espacio y recursos, así como los externos como mercado y políticas energéticas no han sido analizado en detalle, este vacío representa un riesgo para la correcta planificación del proyecto fotovoltaico.

Disponibilidad de información sobre costos energéticos de la empresa (40%): La información disponible sobre costos energéticos es parcial, con un nivel de 40% de cumplimiento. Si bien se cuenta con registros generales de facturación, no se dispone de detalles que permitan realizar una evaluación precisa de los costos por área de consumo en la planta.

Revisión energética con escenarios de reducción de consumo mediante un SFV (20%): La revisión energética no contempla de manera clara escenarios comparativos que proyectan la reducción del consumo eléctrico a partir de un sistema fotovoltaico

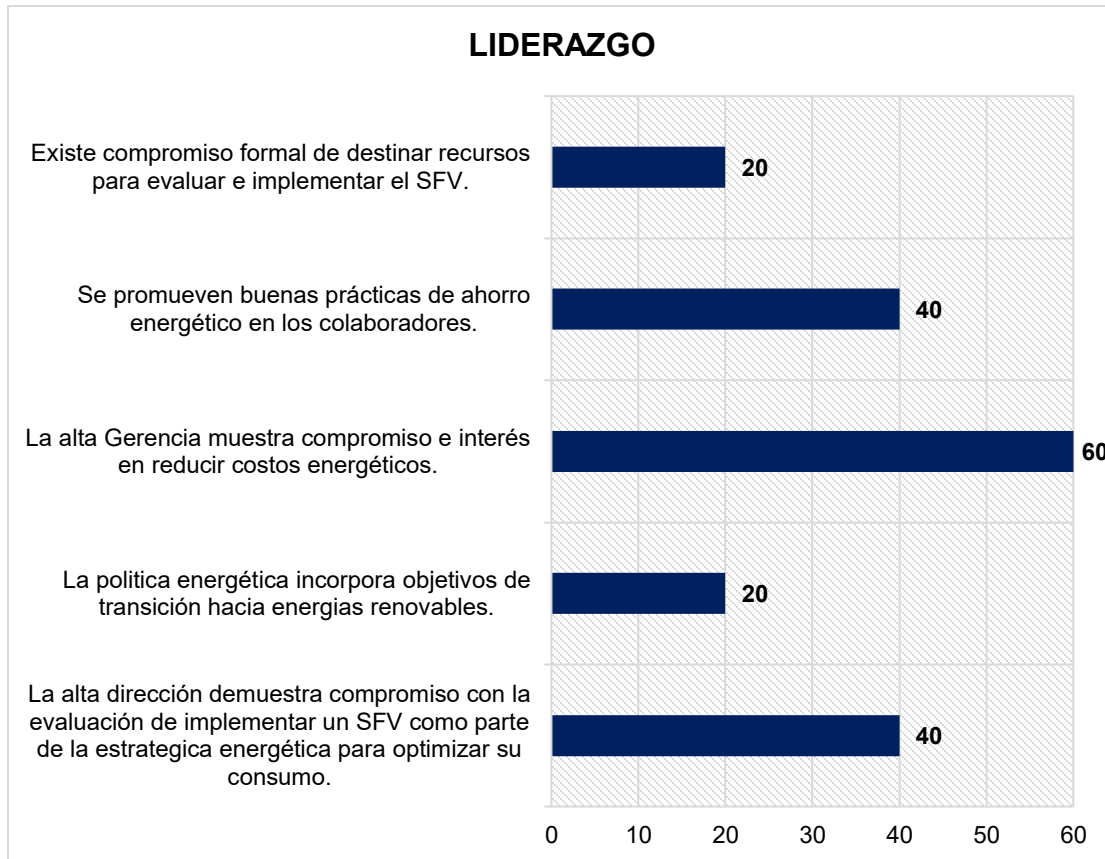
Identificación de partes interesadas relacionadas con el SFV (20%): El diagnóstico muestra un cumplimiento del 20% en la identificación de partes interesadas vinculadas al SFV. Actualmente no se cuenta con una definición clara de los actores internos y externos que podrían influir en el proyecto, lo que limita la asignación de

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

responsabilidades y respaldo organizacional. Según ISO 50001, esta oportunidad debe atenderse para garantizar la viabilidad y sostenibilidad de la propuesta fotovoltaica.

- **Liderazgo**

Figura 31
Liderazgo en Auditoria



Fuente: Elaboración de Autores

Compromiso formal de destinar recursos para evaluar e implementar el SFV (20%):

El resultado de 20% refleja que no existe un compromiso formal para asignar recursos a la evaluación o futura implementación de un SFV. Esto limita la factibilidad de un proyecto energético de esta magnitud y representa una oportunidad crítica respecto al liderazgo que establece la norma ISO 50001.

Promoción de buenas prácticas de ahorro energético en los colaboradores (40%):

El diagnóstico evidencia un nivel medio (40%) en la promoción de prácticas de ahorro

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

energético entre el personal. Aunque se identifican esfuerzos, aún no se cuenta con una estrategia estructurada de sensibilización y capacitación que impulse una cultura organizacional alineada con la eficiencia energética.

Compromiso e interés de la alta Gerencia en reducir costos energéticos (60%): Con un 60%, la Gerencia muestra disposición e interés en iniciativas que contribuyan a reducir los costos energéticos. Este resultado representa un punto fuerte dentro del liderazgo organizacional y una oportunidad para orientar dicho interés hacia la adopción de soluciones renovables como el SFV.

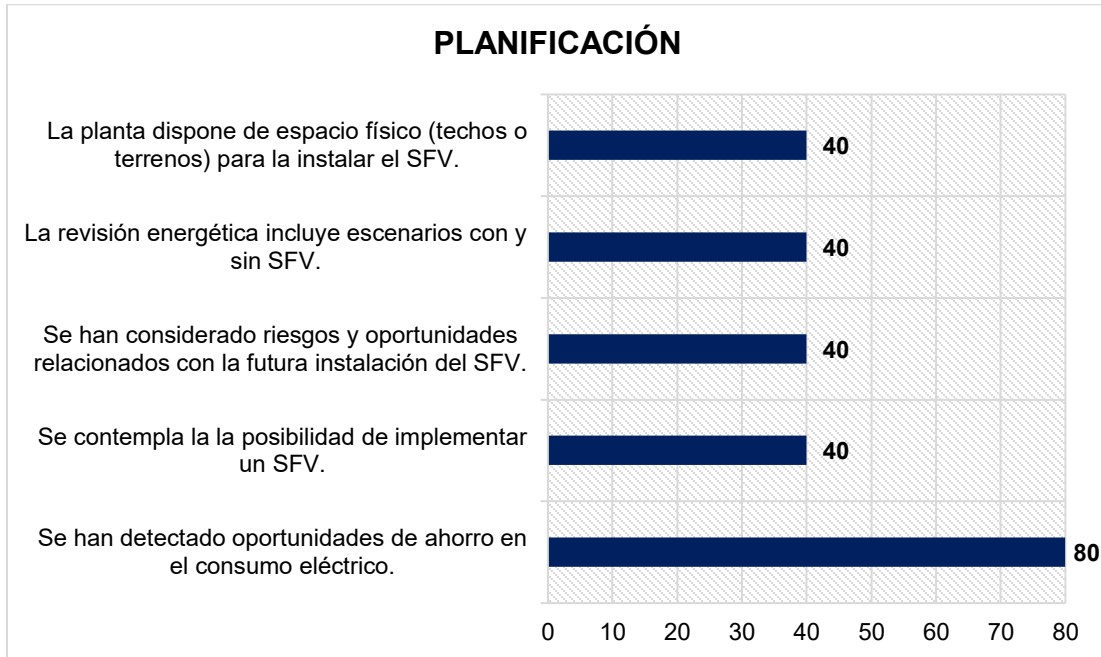
Política energética con objetivos de transición hacia energías renovables (20%): El bajo cumplimiento (20%) indica que la política energética de la empresa no incorpora de forma explícita metas de transición hacia fuentes renovables. Esta carencia limita la alineación estratégica con tendencias de sostenibilidad e impide que el SFV se contemple como parte integral de la planificación energética. La única política actual es la de promover reducir la emisión de Dióxido de carbono CO₂.

Compromiso de la alta dirección en evaluar el SFV dentro de la estrategia energética (40%): La evaluación muestra un 40% de cumplimiento en el compromiso de la alta dirección para considerar el SFV como parte de la estrategia energética. Aunque existe cierto interés en una estrategia de optimización de consumo de la red, aún no se percibe como una prioridad organizacional, lo que reduce la capacidad de integrarlo en la planificación estratégica de manera efectiva.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

- **Planificación**

Figura 32
Planificación de la Auditoría



Fuente: Elaboración de Autores

Detección de oportunidades de ahorro energético (80%): El alto nivel alcanzado refleja que la empresa tiene identificadas oportunidades claras de reducción en el consumo de energía. Esto constituye una base sólida para justificar la viabilidad de un sistema fotovoltaico (SFV), ya que evidencia áreas de mejora que pueden ser atendidas mediante generación renovable y medidas de eficiencia.

Disponibilidad de espacio físico para el SFV (40%): El 40% indica que existen espacios disponibles, pero aún sin un análisis técnico detallado que confirme su capacidad real para albergar la infraestructura fotovoltaica.

Evaluación energética con y sin SFV (40%): Este puntaje señala que la evaluación energética actual contempla parcialmente escenarios de integración, aunque no se han desarrollado comparativos completos entre continuar con la dependencia de la red y optar por un SFV.

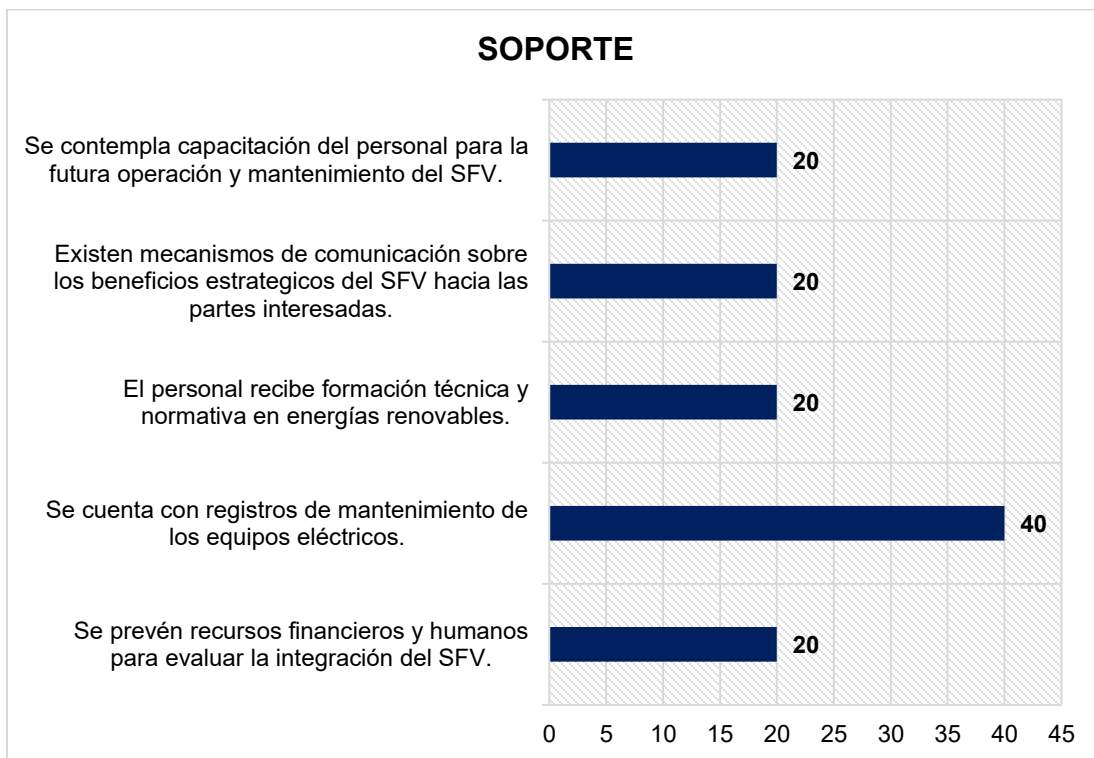
OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Análisis de riesgos y oportunidades del proyecto (40%): El resultado evidencia un reconocimiento inicial de factores de riesgo (económicos, técnicos o normativos), pero sin un análisis profundo de su impacto ni planes de mitigación claros. Esto representa una limitación para garantizar la sostenibilidad y éxito del proyecto en el largo plazo.

Consideración de la implementación del SFV (40%): La calificación obtenida muestra que la implementación del sistema es vista como una alternativa viable, aunque todavía se percibe como una opción en fase exploratoria y no como un proyecto formalmente estructurado.

- **Soporte**

Figura 33
Soporte de Auditoria



Fuente: Elaboración de Autores

Capacitación en operación y mantenimiento del SFV (20%): El bajo nivel obtenido refleja que no se contempla la preparación del personal para asumir las labores de operación y mantenimiento de un SFV. Esta carencia representa un riesgo técnico, ya

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

que la falta de competencias especializadas podría afectar la eficiencia y sostenibilidad del sistema en caso de su implementación.

Comunicación de beneficios estratégicos del SFV (20%): La inexistencia de mecanismos de comunicación respecto a los beneficios energéticos, económicos y ambientales del SFV constituye una barrera para la sensibilización y el compromiso de las partes interesadas. Esto limita la alineación organizacional con los objetivos de eficiencia energética bajo la norma ISO 50001.

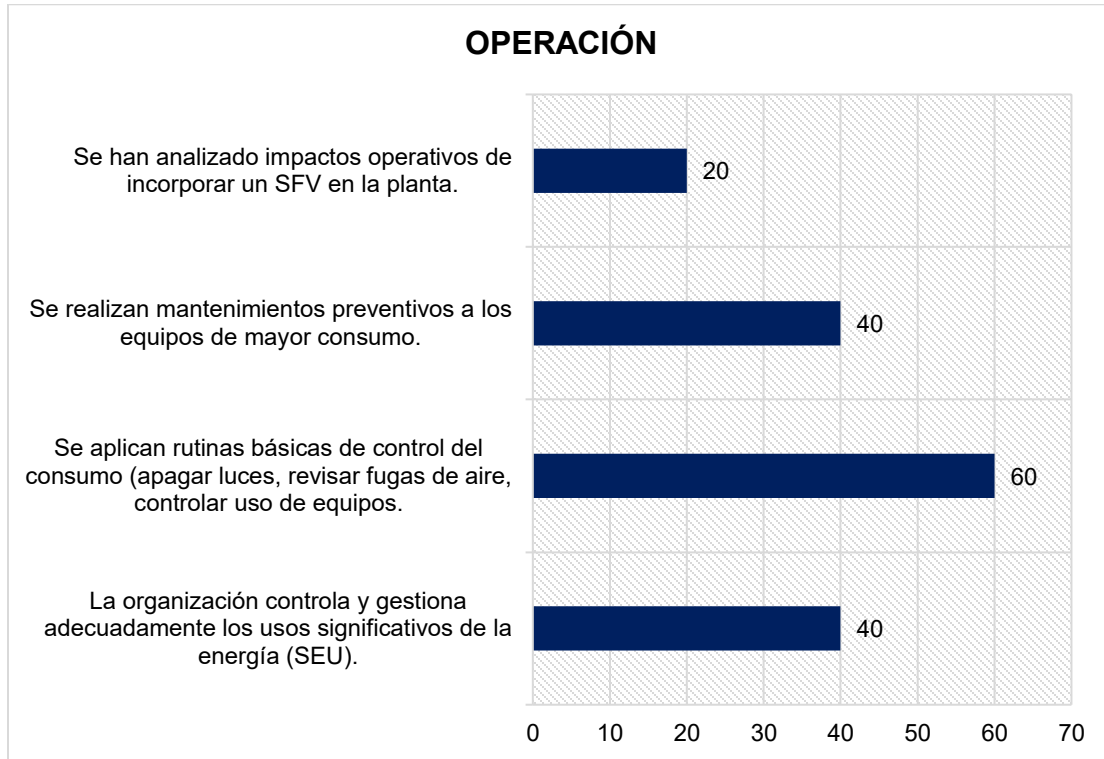
Formación técnica en energías renovables (20%): El puntaje obtenido indica que el personal no recibe capacitación en normativas y aspectos técnicos de energías renovables. Esta limitación dificulta el desarrollo de competencias internas necesarias para apoyar la transición hacia fuentes energéticas sostenibles.

Registros de mantenimiento eléctrico (40%): El cumplimiento parcial en este aspecto evidencia que la empresa cuenta con ciertos registros de mantenimiento de equipos eléctricos, lo cual constituye una base para evaluar la confiabilidad de la infraestructura actual. Sin embargo, la ausencia de un control más exhaustivo limita la capacidad de garantizar la continuidad operativa ante la futura integración de un sistema fotovoltaico.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

- **Operación**

Figura 34
Operación de la Auditoria



Fuente: Elaboración de Autores

Mantenimientos preventivos en equipos de mayor consumo (60%): El nivel alcanzado demuestra que la organización aplica de manera parcial mantenimientos preventivos en los equipos con mayor demanda energética. Esta práctica contribuye a mejorar la eficiencia operativa y a reducir fallas imprevistas; sin embargo, la cobertura limitada puede generar ineficiencias y pérdidas que impactan directamente en el consumo global de la planta.

Rutinas básicas de control del consumo (40%): El resultado refleja que existen acciones puntuales de control, como el apagado de luminarias o la verificación de fugas de aire, aunque estas no se encuentran estandarizadas ni sistematizadas. La falta de un control riguroso reduce la efectividad de estas medidas y limita el potencial de ahorro energético.

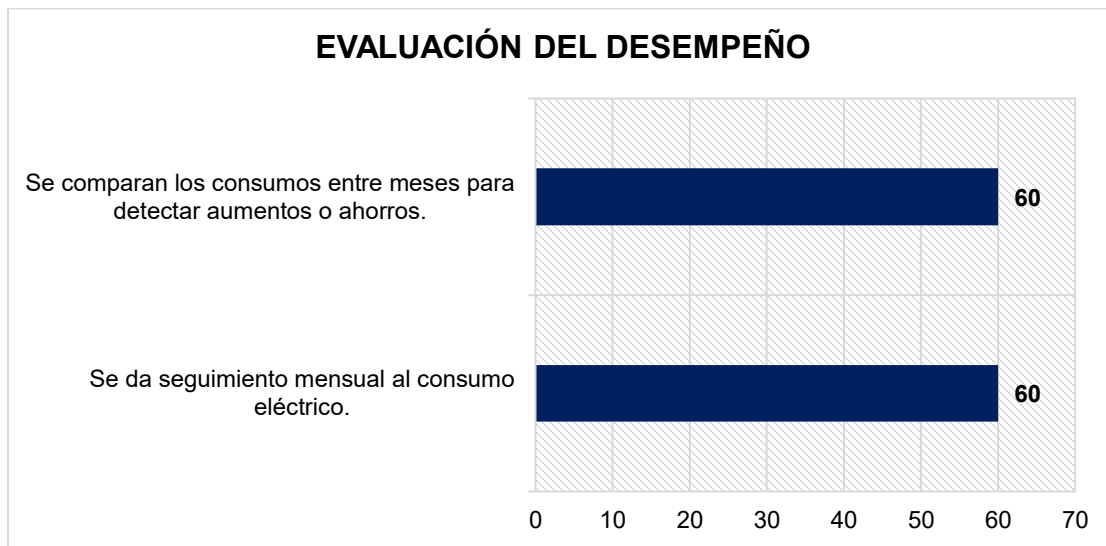
OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Análisis de impactos operativos de un SFV en la planta (40%): El puntaje evidencia que se han considerado de forma inicial los posibles efectos de integrar un SFV, pero sin un estudio técnico detallado que contemple aspectos como variabilidad en la generación, compatibilidad con la red interna o costos asociados a la operación.

- **Evaluación del desempeño**

Figura 35

Evaluación del Desempeño de la Auditoría



Fuente: Elaboración de Autores

Comparación de consumos mensuales para detectar aumentos o ahorros (60%).

La evaluación refleja un cumplimiento del 60% en la comparación de consumos mensuales. Esto confirma que la organización sí realiza un análisis periódico para identificar variaciones en el gasto energético, lo que permite detectar incrementos o reducciones en el consumo. Sin embargo, el nivel alcanzado también evidencia que el procedimiento no se aplica de forma integral ni en todos los procesos, lo que limita la capacidad de establecer medidas correctivas oportunas y de consolidar una cultura de mejora continua en el uso de la energía.

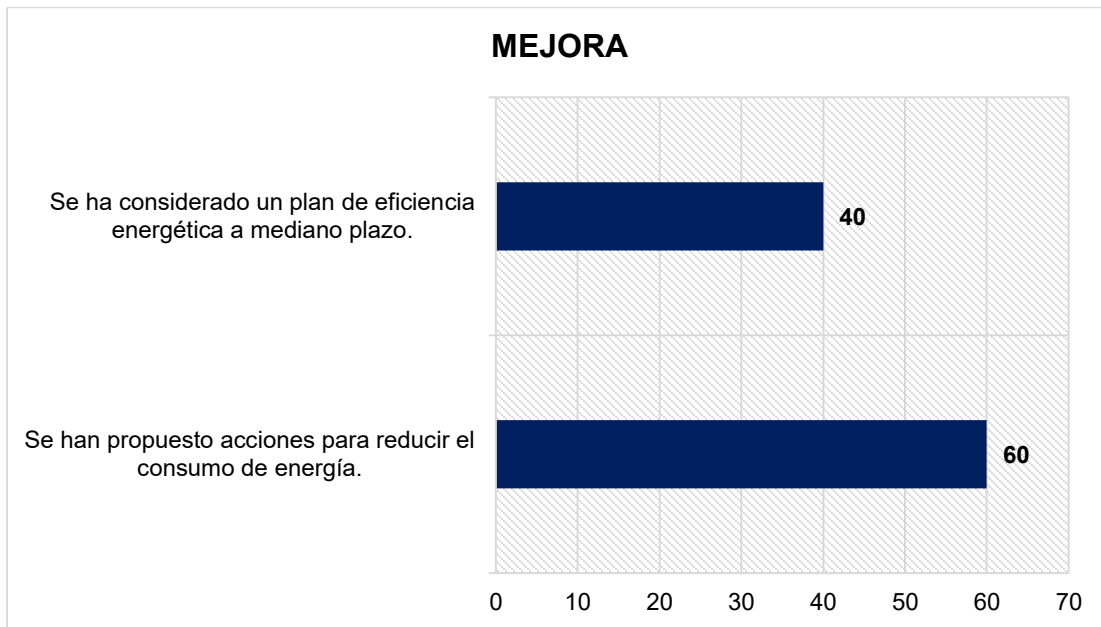
Seguimiento mensual al consumo eléctrico (60%): El seguimiento mensual al consumo eléctrico alcanza un 60%. Esto demuestra que la organización lleva a cabo un control periódico de la energía utilizada, aunque no bajo un sistema estructurado ni con

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

indicadores que permitan medir la eficiencia de manera precisa. La ausencia de un registro sistemático impide generar tendencias confiables y limita la toma de decisiones estratégicas orientadas a la optimización de recursos.

- **Mejora**

Figura 36
Mejora Continua



Fuente: Elaboración de Autores

Propuesta de acciones para reducir el consumo de energía (40%): El nivel de cumplimiento en la propuesta de acciones para reducir el consumo de energía es del 40%. Esto confirma que la organización ha planteado algunas medidas de reducción, pero estas no son suficientes ni abarcan todos los procesos de alto consumo. La falta de un plan de acción amplio y detallado limita el alcance de los resultados en términos de ahorro y eficiencia.

Consideración de un plan de eficiencia energética a mediano plazo (60%): La consideración de un plan de eficiencia energética a mediano plazo alcanza un 60%. Esto demuestra que la organización sí contempla estrategias para optimizar el uso de la energía en un horizonte de tiempo intermedio. No obstante, el nivel de avance también

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

refleja que dichas estrategias no están completamente definidas ni formalizadas, lo que dificulta su implementación y seguimiento efectivo.

Formato de la Auditoria para la integración de un SFV bajo el enfoque de la ISO 50001.

Tabla 13

Tabla de Datos de la empresa auditada y su rango de calificación

| | |
|---------------------------------|--|
| Nombre de la empresa: | Yazaki de Nicaragua, Planta 4. |
| Ubicación: | Laboratorios Divina 200 metros al este, León, Nicaragua. |
| Fecha de la inspección: | jueves, 25 de septiembre de 2025 |
| Área Auditada: | Planta 4 de Yazaki. |
| Actividad de la empresa: | Fabricación de arneses y autopartes para vehículos. |
| Calificación: | |
| 0 (00%) | Inexistente |
| 1 (20%) | Irrelevante |
| 2 (40%) | Leve |
| 3 (60%) | Notable |
| 4 (80%) | Significativo |
| 5 (100%) | Crítico |

Fuente: Elaboración de Autores

Tabla 14

Lista de Verificación de Auditoria ISO 50001:2018

| LISTA DE VERIFICACIÓN DE AUDITORIA ISO 50001:2018 | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|---|---|
| Descripción de la lista de verificación: | Auditar el uso actual de la energía en la empresa e identificar oportunidades de mejora y futura implementación de energías renovables como un Sistema Fotovoltaico. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1) | Introducción | | | | | | |
| 1.1 | Existen registros básicos de facturación eléctrica y se conoce el consumo mensual y anual de energía. | | | | X | | |
| 2) | Contexto de la Organización | | | | | | |
| 2.1 | Se han identificado las partes interesadas que influirán o se verán impactadas por un futuro Sistema Fotovoltaico (SFV) en la Planta. | | X | | | | |
| 2.2 | La revisión energética contempla escenarios de reducción de consumo de la red mediante un SFV. | | X | | | | |
| 2.3 | Se dispone de información sobre costos energéticos de la empresa. | | | X | | | |
| 2.4 | Se han analizado factores internos y externos que puedan afectar la futura implementación del SFV. | | X | | | | |
| 2.5 | Se identifican riesgos y oportunidades vinculados a la futura integración del SFV. | | X | | | | |
| 2.6 | Se cumplen los requisitos legales y normativas aplicables a proyectos fotovoltaicos en el país. | | | | X | | |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.



| | | | | | | | |
|-----------|---|--|---|---|---|---|--|
| 2.7 | Hay interés de la Gerencia en Proyectos de ahorro energético o energías renovables. | | | X | | | |
| 3) | Liderazgo | | | | | | |
| 3.1 | La alta dirección demuestra compromiso con la evaluación de implementar un SFV como parte de la estratégica energética para optimizar su consumo. | | | X | | | |
| 3.2 | La política energética incorpora objetivos de transición hacia energías renovables. | | X | | | | |
| 3.3 | La alta Gerencia muestra compromiso e interés en reducir costos energéticos. | | | | X | | |
| 3.4 | Se promueven buenas prácticas de ahorro energético en los colaboradores. | | | X | | | |
| 3.5 | Existe compromiso formal de destinar recursos para evaluar e implementar el SFV. | | X | | | | |
| 4) | Planificación | | | | | | |
| 4.1 | Se han detectado oportunidades de ahorro en el consumo eléctrico | | | | | X | |
| 4.2 | Se contempla la posibilidad de implementar un SFV. | | | X | | | |
| 4.3 | Se han considerado riesgos y oportunidades relacionados con la futura instalación del SFV. | | | X | | | |
| 4.4 | La revisión energética incluye escenarios con y sin SFV. | | | X | | | |
| 4.5 | La planta dispone de espacio físico (techos o terrenos) para la instalar el SFV. | | | X | | | |
| 5) | Soporte | | | | | | |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.



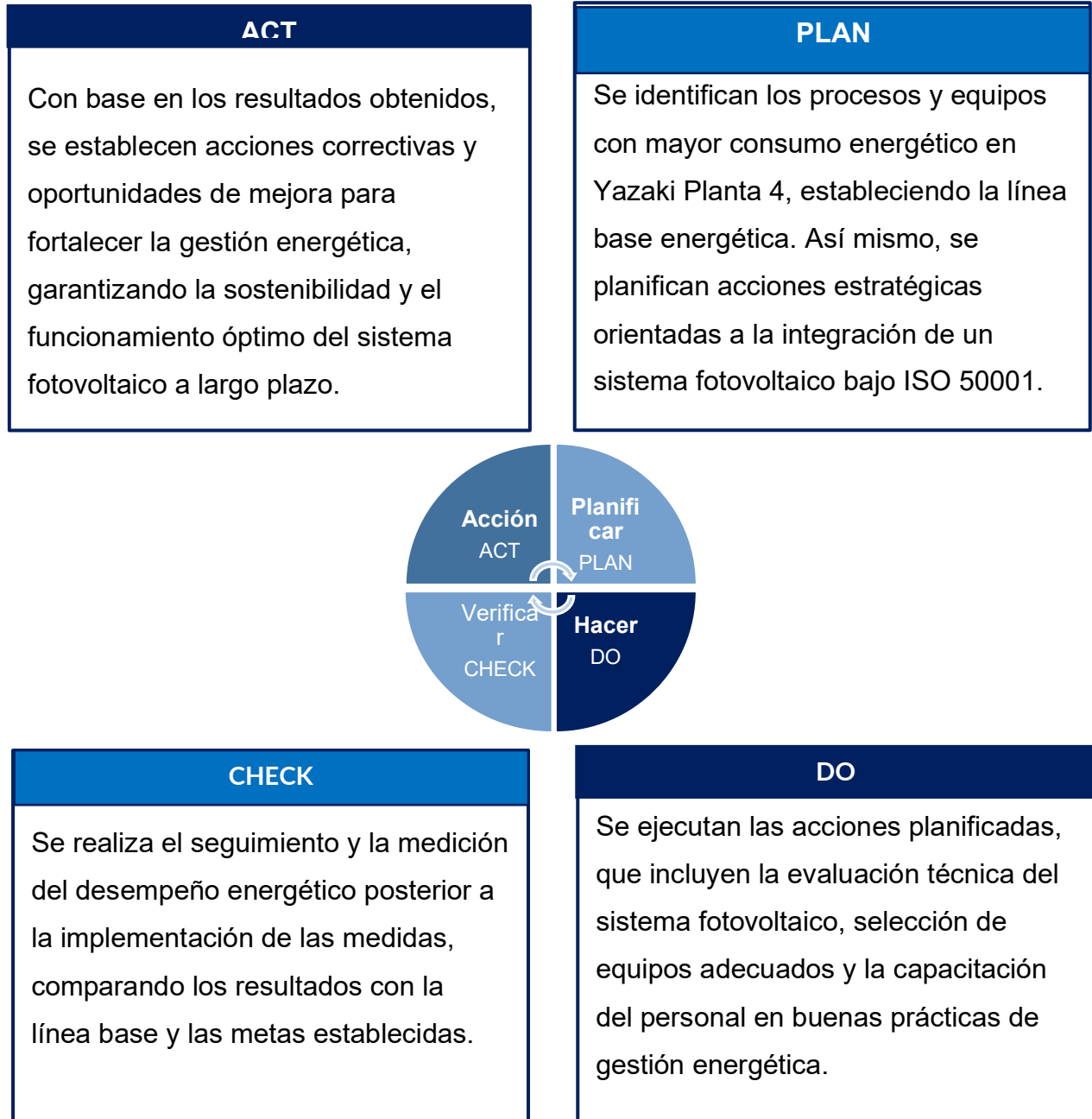
| | | | | | | | |
|-----------|--|--|---|---|---|--|--|
| 5.1 | Se prevén recursos financieros y humanos para evaluar la integración del SFV. | | X | | | | |
| 5.2 | Se cuenta con registros de mantenimiento de los equipos eléctricos. | | | X | | | |
| 5.3 | El personal recibe formación técnica y normativa en energías renovables. | | X | | | | |
| 5.4 | Existen mecanismos de comunicación sobre los beneficios estratégicos del SFV hacia las partes interesadas. | | X | | | | |
| 5.5 | Se contempla capacitación del personal para la futura operación y mantenimiento del SFV. | | X | | | | |
| 6) | Operación | | | | | | |
| 6.1 | La organización controla y gestiona adecuadamente los usos significativos de la energía (SEU). | | | X | | | |
| 6.2 | Se aplican rutinas básicas de control del consumo (apagar luces, revisar fugas de aire, controlar uso de equipos). | | | | X | | |
| 6.3 | Se realizan mantenimientos preventivos a los equipos de mayor consumo. | | | X | | | |
| 6.4 | Se han analizado impactos operativos de incorporar un SFV en la planta. | | X | | | | |
| 7) | Evaluación del Desempeño | | | | | | |
| 7.1 | Se da seguimiento mensual al consumo eléctrico. | | | | X | | |
| 7.2 | Se comparan los consumos entre meses para detectar aumentos o ahorros. | | | | X | | |
| 8) | Mejora | | | | | | |
| 8.1 | Se han propuesto acciones para reducir el consumo de energía. | | | | X | | |
| 8.2 | Se ha considerado un plan de eficiencia energética a mediano plazo. | | | X | | | |

Fuente: Elaboración de Autores

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Aplicación del ciclo PHVA en el proyecto de Optimización de consumo energético en Yazaki Planta 4 mediante la integración de energía fotovoltaica bajo el enfoque de la norma ISO 50001.

Figura 37
Aplicación del Ciclo PHVA



CAPÍTULO VI ANÁLISIS DE RESULTADOS

Propuesta Técnica y económica para la integración de un Sistema Fotovoltaico en la planta 4 de Yazaki.

6.1 Índice de irradiancia solar en la ciudad de León, Nicaragua.

León, Nicaragua posee un excelente recurso solar durante todo el año, lo que lo convierte en una zona muy apta para instalar sistemas fotovoltaicos. Datos de irradiancia satelital y estudios de potencial energético muestran que la ciudad presenta niveles elevados de radiación solar que permiten un buen rendimiento anual de un sistema fotovoltaico. Actualmente León ya cuenta con proyectos solares operativos y potencial para nuevos desarrollos (como la granja solar en el municipio de Larreynaga - Malpaisillo).

Estas condiciones hacen que un sistema fotovoltaico en León tenga altas probabilidades de producir energía de forma consistente y rentable, reduciendo la dependencia parcial de la red eléctrica convencional y aprovechando un recurso natural abundante.

Tabla 15
Irradiancia Solar estimada

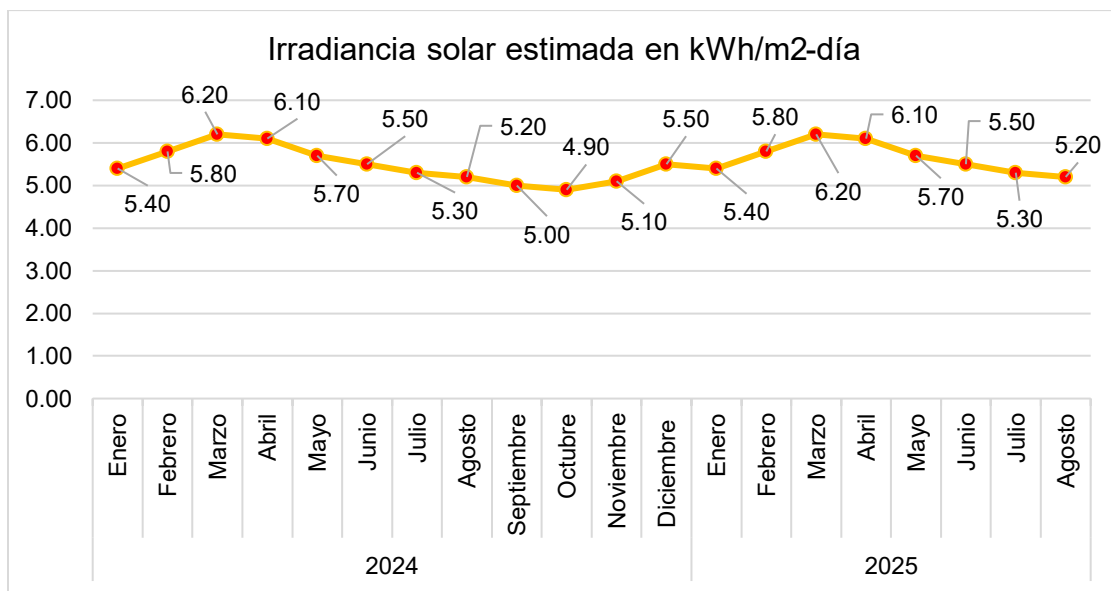
| Año | Mes | Irradiancia solar estimada en kWh/m ² -día |
|------|------------|---|
| 2024 | Enero | 5.40 |
| | Febrero | 5.80 |
| | Marzo | 6.20 |
| | Abril | 6.10 |
| | Mayo | 5.70 |
| | Junio | 5.50 |
| | Julio | 5.30 |
| | Agosto | 5.20 |
| | Septiembre | 5.00 |
| | Octubre | 4.90 |
| | Noviembre | 5.10 |
| | Diciembre | 5.50 |
| 2025 | Enero | 5.40 |
| | Febrero | 5.80 |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

| | | |
|--|--------|------|
| | Marzo | 6.20 |
| | Abril | 6.10 |
| | Mayo | 5.70 |
| | Junio | 5.50 |
| | Julio | 5.30 |
| | Agosto | 5.20 |

Fuente: Elaboración de Autores

Figura 38
Irradiancia solar estimada



Fuente: Elaboración de Autores

El comportamiento de la irradiancia solar estimada en kWh/m2-día muestra una tendencia relativamente estable con valores que se mantienen entre 4.9 y 6.2 kWh/m2-día y un promedio de 5.55 kWh/m2-día. Esto refleja que la región cuenta con un recurso solar constante y adecuado para el aprovechamiento de sistemas fotovoltaicos.

Durante los meses de marzo y abril de ambos años analizados (2024 y 2025) se presentan los niveles más altos de irradiancia alcanzando hasta 6.2 kWh/m2-día. Estos periodos representan el punto máximo de aprovechamiento energético, lo que se traduce en una mayor eficiencia y producción de electricidad a partir de la radiación solar.

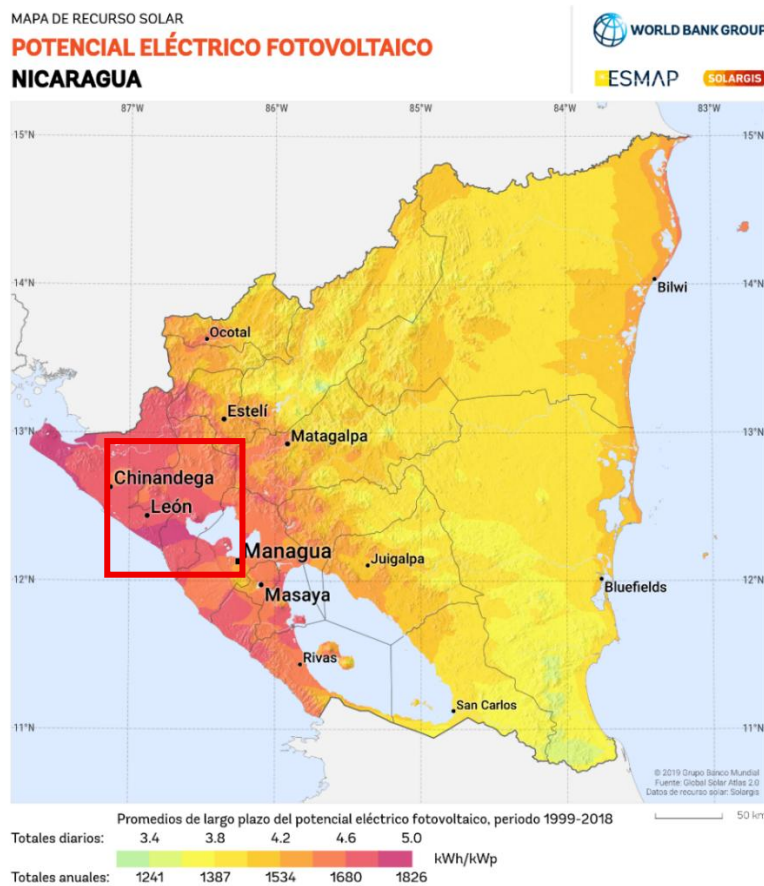
OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Por otra parte, los valores más bajos se observan en octubre y noviembre de 2024, con 4.9 y 5.0 kWh/m²-día respectivamente. Aunque existe esta reducción, los niveles de irradiancia no descienden de manera crítica, por lo que la generación fotovoltaica se mantiene en márgenes aceptables incluso en los meses menos favorables.

Al comparar ambos años, se aprecia un comportamiento similar, lo que evidencia estabilidad interanual en la radiación solar. Esta condición es positiva, ya que permite proyectar con mayor confiabilidad el rendimiento de los sistemas solares a largo plazo.

Figura 39

Potencial Eléctrico Fotovoltaico



Fuente: ESMAP SOLARGIS

6.2 Datos Técnicos del Sistema Fotovoltaico a Integrar.

La integración de energías renovables tiene como objetivo cubrir el consumo energético parcial de la planta como proyecto inicial, el consumo a cubrir está asociado al sistema de ventilación y climatización, cuya demanda asciende a 81,767.40 kWh mensuales, equivalentes a 981,208.8 kWh anuales. Este consumo representa un consumo significativo de la carga total de la instalación, lo que lo convierte en un punto estratégico para la implementación de un sistema fotovoltaico que permita reducir costos operativos y disminuir la dependencia de fuentes convencionales de energía.

La propuesta se fundamenta en el aprovechamiento de la irradiancia solar promedio de la ciudad de León, junto con la selección de módulos fotovoltaicos de alta eficiencia, y un dimensionamiento técnico ajustado mediante la adopción de un Performance Ratio (PR) de 0.78, que contempla las pérdidas inherentes al sistema en condiciones reales de operación.

La propuesta busca no solo garantizar la cobertura del consumo energético del sistema de ventilación y climatización, sino también proyectar un modelo sostenible, confiable y escalable, que contribuya al cumplimiento de los objetivos de eficiencia energética y reducción de huella de carbono de la organización.

Demanda energética a cubrir.

El sistema de ventilación y climatización de la planta representa uno de los principales centros de consumo eléctrico, alcanzando un gasto mensual de 81,767.40 kWh, lo que equivale a un consumo diario aproximado de 2,726 kWh y un total anual de 981,208.8 kWh.

Cubrir este requerimiento con energía solar permitirá optimizar de manera significativa el consumo de la red eléctrica convencional, estabilizar los costos de operación y contribuir al cumplimiento de objetivos de sostenibilidad y eficiencia energética.

Performance Ratio (PR)

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Para obtener estimaciones realistas de producción, se adopta un Performance Ratio (PR) de 0.78, indicador que refleja el desempeño global del sistema. Este valor integra las principales pérdidas que se presentan en la operación real, tales como:

- Disminución de eficiencia por aumento de temperatura ambiente.
- Pérdidas en inversores durante la conversión de corriente continua a corriente alterna.
- Caídas de tensión en el cableado eléctrico.
- Suciedad, polvo y acumulación de residuos en los módulos.
- Posibles sombras parciales o variaciones de irradiancia.

Al aplicar este parámetro, se garantiza que el cálculo de generación no sea sobrevalorado, sino ajustado a la realidad operativa de la planta.

Panel Fotovoltaico Seleccionado

Para el sistema se consideran módulos solares blue sun poly de 280 Wp (0.28 kW) de potencia nominal, con una superficie de 1.90 m² cada uno. Estos paneles ofrecen una buena relación entre potencia y área ocupada lo que permite aprovechar de manera eficiente el espacio disponible.

La generación diaria por panel se estima en 1.21 kWh, considerando las horas solares pico (HSP) de la región y el PR adoptado. Este valor constituye la base de cálculo para determinar cuántos paneles se requieren para cubrir la demanda energética del sistema de ventilación y climatización.

Número de Paneles Requeridos

Para el 10% del consumo diario del sistema de ventilación correspondiente a 283 kWh/día y una producción de 1.21 kWh/día por panel, se obtiene:

$$No. de paneles = \frac{283 \text{ kWh}}{1.21 \frac{\text{kWh}}{\text{día}}} = 234 \text{ Paneles}$$

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Es decir, el sistema deberá estar compuesto por 234 módulos fotovoltaicos de 312 Wp, lo que corresponde a una potencia instalada de alrededor de 73 kWp. Este dimensionamiento asegura abarcar el 10% del consumo generado por el sistema de ventilación y climatización, con energía limpia y renovable.

Área de Instalación

Para la instalación del SFV la planta cuenta con espacios disponibles de techo en área de producción, oficinas y bodegas. La superficie necesaria para instalar los paneles se calcula a partir del número de módulos y el área unitaria de cada uno:

$$\text{Área de paneles} = 234 * 1.9m^2 = 444.6m^2$$

En el diseño de sistemas fotovoltaicos como el propuesto en Planta 4 de Yazaki, es fundamental considerar no solo el área física de los módulos solares, sino también el espacio adicional requerido para garantizar la eficiencia operativa, la seguridad y la mantenibilidad del sistema. Por ello se incorpora un factor de ocupación adicional de 1.1 m² por panel, el cual responde a criterios técnicos propios del área que justifican su aplicación.

La separación entre filas de paneles es esencial para evitar el sombreado mutuo, especialmente durante las horas de mayor irradiación solar. Esta distancia depende de variables como la latitud del sitio, la inclinación de los módulos y la altura de montaje. Su correcta implementación asegura que cada módulo reciba la máxima radiación posible sin interferencias. Los pasillos de mantenimiento y acceso seguro son otro componente clave del diseño.

Para cumplir con las normas de seguridad industrial y facilitar las labores de inspección, limpieza y reparación, se requieren espacios transversales y longitudinales entre los paneles. Este margen adicional permite una operación eficiente sin comprometer la integridad del sistema ni la seguridad del personal técnico.

La estructura de soporte y anclaje también ocupa espacio más allá del área activa del módulo. Las bases, perfiles y sistemas de fijación deben distribuirse adecuadamente y

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

en instalaciones sobre suelo o techos planos. Su inclusión en el cálculo de ocupación garantiza estabilidad estructural y durabilidad del sistema.

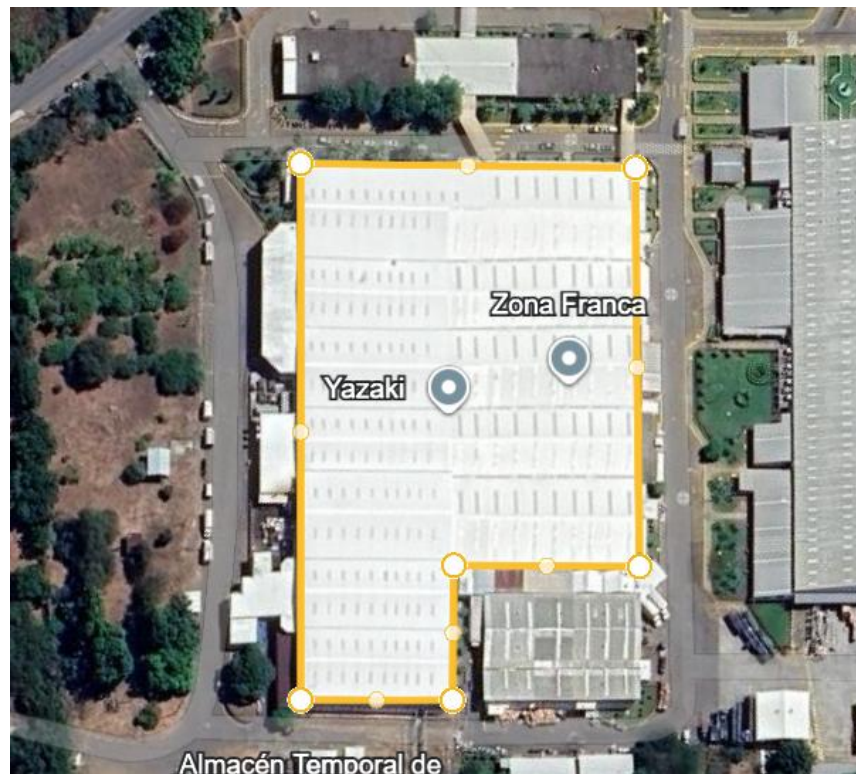
Asimismo, se debe considerar la tolerancia por irregularidades del techo. Adicional, las normativas internacionales y buenas prácticas respaldan este enfoque. Documentos como la norma IEC 62548 y las guías de diseño de fabricantes recomiendan incorporar márgenes de seguridad y ocupación para asegurar una planificación realista, eficiente y conforme a estándares técnicos.

$$\text{Factor de ocupación estimado: } 234 * 1.1m^2 = 257.4m^2$$

$$\text{Área neta de instalación: } 444.6m^2 + 257.4m^2 = 702m^2$$

Figura 40

Vista superior de la superficie de Yazaki planta 4



Fuente: Google earth

6.3 Producción energética del Sistema

La estimación de la producción energética de un sistema fotovoltaico es un paso fundamental la viabilidad técnica del proyecto. En este sentido, el sistema fotovoltaico contempla la instalación de 234 módulos solares de 312 Wp cada uno. La producción energética depende de diversos factores, entre ellos: el recurso solar disponible en la zona, el rendimiento de los equipos, las pérdidas por temperatura, orientación e inclinación de los módulos, así como las pérdidas eléctricas en el sistema de conversión y distribución. Estos factores se incluyen en el dato de performance ratio.

El objetivo de este cálculo es determinar la capacidad del sistema para cubrir el consumo energético del 10% del área de ventilación y climatización de la planta, que actualmente demanda un consumo de 81,767.40 kWh en un ciclo de 26 días de operación, para el 10% se estima un consumo diario de 283 kWh, aportando así a la optimización del consumo eléctrico de la red en la planta 4 de Yazaki.

Tabla 16
Datos técnicos de los paneles fotovoltaicos

| Datos | | |
|--|----------------|------------|
| Parámetro | U/M | Valor |
| Horas Picos Solares (HSP) | h/día | 5.00 |
| Performance Ratio (PR) | | 0.78 |
| 10% Demanda Diaria | kWh/día | 283.00 |
| Horas de operación diarias | h | 15.00 |
| Área Unitaria por panel | m ² | 1.90 |
| Potencia nominal por panel (W) | W | 312.00 |
| Potencia nominal por panel (Kw) | Kw | 0.312 |
| Área Unitaria por panel | m ² | 1.90 |
| Generación estimada por panel | kWh/día | 1.21 |
| Paneles necesarios | ea | 234.00 |
| Área neta a instalar | m ² | 702.00 |
| Producción anual requerida (KWh/año) | kWh/año | 98,120.88 |
| Producción anual de energía estimada del SFV | KWh/año | 101,930.40 |

Fuente: Elaboración de Autores

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Generación por Panel:

$$E_{panel/día} = 0.312kW * 5h * 0.78 = 1.21 kWh/día$$

Producción del sistema con 234 paneles:

Producción diaria:

$$E_{día} = 234 * 1.21 = 283.14 kWh/día$$

Producción mensual:

$$E_{mes} = 283.14 * 30 = 8,494.2 kWh/día$$

Producción anual:

$$E_{año} = 8,494.2 * 12 = 101,930.4 kWh/día$$

Potencia instalada total:

$$P_{Instalada} = 234 * 0.312 = 73.008 kWp$$

La alternativa propuesta contempla la instalación de 9 inversores híbrido megavero de 8 kW, obteniendo una potencia de salida nominal acumulada de 72 kW AC. Con esto, el cociente DC/AC (ILR) resulta en 73.008 kW DC / 72 kW AC = 1.014. El inversor híbrido Megarevo es el cerebro del sistema. Su función principal es transformar la energía en corriente alterna (AC) para que pueda usarse en la planta. Además, administra la carga y descarga de las baterías y decide cuándo usar la energía solar. Puede funcionar tanto en conexión a red (on-grid) como en modo aislado (off-grid), lo que lo hace muy flexible. Su vida útil suele ser de 10 a 15 años.

Para almacenaje de energía se necesitan 16 Baterías, estas almacenan la energía solar generada durante el día para su uso nocturno o en periodos de baja radiación. En este sistema se propone un banco a 48 V formado por 16 módulos. La capacidad instalada del kit es de 11.52 kWh (48 V · 240 Ah), suficiente para respaldar cargas básicas durante ausencia de sol por un periodo corto.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Se recomienda utilizar LiFePO_4 (litio) por su mayor vida útil y ciclo de trabajo; estos suelen ofrecer un promedio de 4,500 ciclos y una vida útil práctica de 15 años según condiciones de operación. Las baterías de plomo-ácido son más económicas, pero tienen menor vida (8 años) y menor profundidad de descarga recomendada.

En un sistema fotovoltaico intervienen diversos componentes que garantizan su correcta instalación y operación. La estructura de montaje es la base física que sostiene los paneles solares y se fabrica comúnmente en aluminio anodizado o acero galvanizado para resistir la corrosión y asegurar una vida útil de más de 25 años.

El sistema se interconecta mediante cableado solar en corriente continua (DC) y cableado convencional en corriente alterna (AC), ambos resistentes a la radiación UV y altas temperaturas, complementados con protecciones como breakers, fusibles y dispositivos contra sobretensiones (SPD) que incrementan la seguridad y reducen riesgos de fallas eléctricas. A ello se suman otros elementos indispensables como controladores de carga, tableros de distribución y equipos de monitoreo, mientras que la instalación de los paneles se recomienda con una inclinación de 12° . Además, se diseña para orientarlos en el ángulo óptimo según la latitud, soportar viento, lluvia y evitar sombras entre filas, lo cual contribuye tanto a optimizar la eficiencia energética como a facilitar el escurrimiento de agua y polvo.

6.4 Análisis Económico.

Dentro del estudio económico se presenta la estimación de la inversión requerida para la implementación del sistema fotovoltaico propuesto. El análisis considera tanto los equipos principales como los componentes complementarios necesarios para garantizar el funcionamiento eficiente y seguro del sistema. Asimismo, se evalúa la viabilidad financiera del proyecto mediante un análisis comparativo del costo por consumo de energía antes y después de la implementación, proyectado a lo largo de un horizonte de diez años, comprendido entre 2026 y 2035.

Presupuesto estimado de inversión:

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Tabla 17
Presupuesto de Inversión

| Concepto | Cantidad | Costo Unitario (USD) | Costo Total (USD) |
|---|----------|----------------------|---------------------|
| Paneles solares (0.312 kW c/u) | 234 | 250.47 | 58,609.98 |
| Inversores híbridos Megarevo 8kW | 9 | 1,445.56 | 13,010.04 |
| Baterías LiFePO ₄ (48V, 240Ah) | 16 | 1,074.58 | 17,193.34 |
| Estructuras de montaje | - | - | 6,900.00 |
| Cableado DC/AC y protecciones | - | - | 4,590.00 |
| Accesorios y tableros | - | - | 2,870.00 |
| Mano de obra e instalación | - | - | 12,720.00 |
| Total estimado de inversión | | | \$115,893.36 |

Fuente: Elaboración de Autores

El proyecto inicial de instalación del sistema fotovoltaico en Yazaki en su planta 4, contempla una inversión óptima estimada de \$115,893.36 USD.

Proyección de consumo.

Para el periodo comprendido entre 2026 y 2035 se realiza una proyección de costos y un comparativo del comportamiento de costos antes y después del proyecto. Los costos anuales se estiman aplicando una variación interanual positiva del 5% sobre los valores registrados en el año 2025. En cuanto al consumo energético, se ha tomado como referencia el promedio en kWh consumidos en 2025.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Proyección a 10 años sin proyecto.

Tabla 18

Proyección a 10 años sin proyecto

| Años | Promedio Kwh | Precio kW en dólares | Pago por año |
|------|--------------|----------------------|----------------|
| 2026 | 4,009,490.30 | \$0.229 | \$918,173.28 |
| 2027 | 4,009,490.30 | \$0.241 | \$966,287.16 |
| 2028 | 4,009,490.30 | \$0.253 | \$1,014,401.05 |
| 2029 | 4,009,490.30 | \$0.266 | \$1,066,524.42 |
| 2030 | 4,009,490.30 | \$0.279 | \$1,118,647.79 |
| 2031 | 4,009,490.30 | \$0.293 | \$1,174,780.66 |
| 2032 | 4,009,490.30 | \$0.308 | \$1,234,923.01 |
| 2033 | 4,009,490.30 | \$0.323 | \$1,295,065.37 |
| 2034 | 4,009,490.30 | \$0.339 | \$1,359,217.21 |
| 2035 | 4,009,490.30 | \$0.356 | \$1,427,378.55 |

Fuente: Elaboración de Autores

Se estima que el precio por kWh aumentará un 5% anual desde 2026 hasta 2035, partiendo de un valor base de \$0.218 USD en 2025. El consumo promedio anual se mantiene constante en 4,009,490.30 kWh, pero el pago total por energía aumenta cada año debido al alza en el precio por kWh.

Proyección a 10 años con proyecto implementado.

Tabla 19

Proyección a 10 años con proyecto implementado

| Años | Promedio Kwh | Precio kW en dólares | Pago por año |
|------|--------------|----------------------|----------------|
| 2026 | 3,907,559.90 | \$0.229 | \$894,831.22 |
| 2027 | 3,907,559.90 | \$0.241 | \$941,721.94 |
| 2028 | 3,907,559.90 | \$0.253 | \$988,612.65 |
| 2029 | 3,907,559.90 | \$0.266 | \$1,039,410.93 |
| 2030 | 3,907,559.90 | \$0.279 | \$1,090,209.21 |
| 2031 | 3,907,559.90 | \$0.293 | \$1,144,915.05 |
| 2032 | 3,907,559.90 | \$0.308 | \$1,203,528.45 |
| 2033 | 3,907,559.90 | \$0.323 | \$1,262,141.85 |
| 2034 | 3,907,559.90 | \$0.339 | \$1,324,662.81 |
| 2035 | 3,907,559.90 | \$0.356 | \$1,391,091.32 |

Fuente: Elaboración de Autores

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Comparativa de costos energéticos con y sin proyecto (2026-2035)

Tabla 20

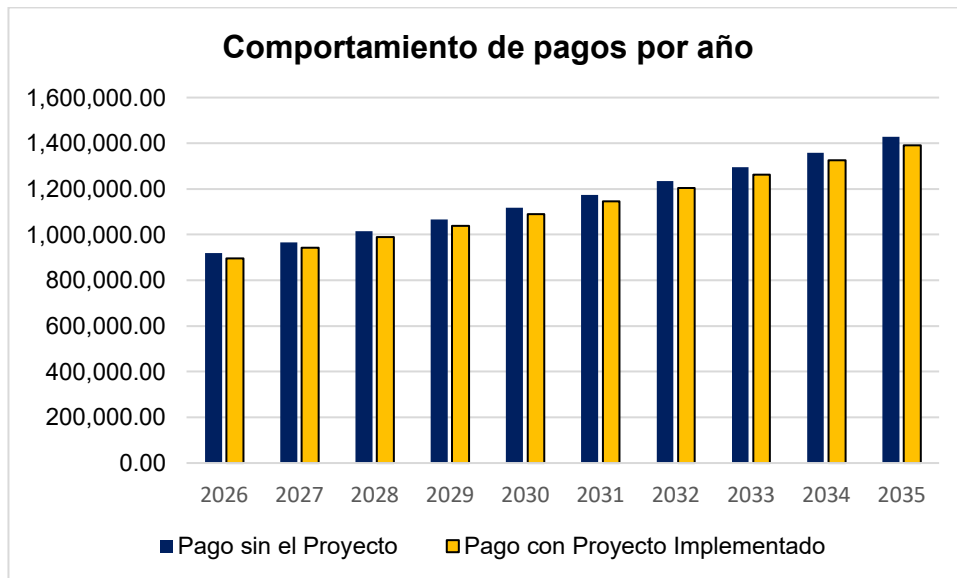
Comparativa de costos energéticos con y sin proyecto

| Años | Pago sin el Proyecto | Pago con Proyecto Implementado | Diferencia de costos (ahorro anual) |
|------|----------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| 2026 | 918,173.28 | \$894,831.22 | \$23,342.06 |
| 2027 | 966,287.16 | \$941,721.94 | \$24,565.23 |
| 2028 | 1,014,401.05 | \$988,612.65 | \$25,788.39 |
| 2029 | 1,066,524.42 | \$1,039,410.93 | \$27,113.49 |
| 2030 | 1,118,647.79 | \$1,090,209.21 | \$28,438.58 |
| 2031 | 1,174,780.66 | \$1,144,915.05 | \$29,865.61 |
| 2032 | 1,234,923.01 | \$1,203,528.45 | \$31,394.56 |
| 2033 | 1,295,065.37 | \$1,262,141.85 | \$32,923.52 |
| 2034 | 1,359,217.21 | \$1,324,662.81 | \$34,554.41 |
| 2035 | 1,427,378.55 | \$1,391,091.32 | \$36,287.22 |

Fuente: Elaboración de Autores

Tabla 21

Comportamiento de pagos por año



Fuente: Elaboración de Autores

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Se presentan los pagos anuales proyectados desde 2026 hasta 2035 en dos escenarios: sin implementar el proyecto fotovoltaico y con el proyecto en funcionamiento. En todos los años, el escenario con proyecto muestra menores costos. La columna “Diferencia de costos” refleja el ahorro anual logrado gracias al proyecto, mientras que el gráfico de barras ilustra visualmente cómo los pagos se reducen cada año al implementar la solución solar, consolidando su viabilidad económica a largo plazo.

Financiamiento

Para la ejecución del proyecto fotovoltaico en la Planta 4 de Yazaki, se propone gestionar un crédito empresarial de inversión fija a través de Banpro Grupo Promerica, entidad reconocida por su solidez y experiencia en financiamiento corporativo en Nicaragua. El tipo de crédito sería en dólares estadounidenses, con un plazo de hasta 10 años y una tasa de interés anual del 10%, adecuada para proyectos de infraestructura energética. Este financiamiento permitiría cubrir el monto total de inversión estimado, con pagos estructurados que se amortizarían progresivamente mediante los ahorros generados por la reducción en el consumo eléctrico convencional.

Tabla 22

Condicionantes del préstamo

| Condicionantes del préstamo | |
|-------------------------------|---------------|
| Importe | \$115,893.36 |
| Tasa fija de interés anual | 10% |
| Tasa fija de interés mensual | 0.0083333333% |
| Periodo del préstamo en años | 10 |
| Periodo del préstamo en meses | 120 |
| Número de pago por años | 12 |

Fuente: Elaboración de Autores

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Amortización de financiamiento, análisis de retorno de la inversión y costo beneficio.

Tabla 23

Amortización de financiamiento, análisis de retorno de la inversión y costo beneficio

| Periodo (año) | Periodo (mes) | Saldo inicial (USD) | Pago total anual (USD) | Interés del año (USD) | Amortización del año (USD) | Saldo final (USD) |
|---------------|---------------|---------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------|
| 1 | 1 | \$115,893.36 | \$1,531.54 | 965.78 | \$565.76 | \$115,327.60 |
| | 2 | \$115,327.60 | \$1,531.54 | 961.06 | \$570.48 | \$114,757.12 |
| | 3 | \$114,757.12 | \$1,531.54 | 956.31 | \$575.23 | \$114,181.89 |
| | 4 | \$114,181.89 | \$1,531.54 | 951.52 | \$580.02 | \$113,601.87 |
| | 5 | \$113,601.87 | \$1,531.54 | 946.68 | \$584.86 | \$113,017.01 |
| | 6 | \$113,017.01 | \$1,531.54 | 941.81 | \$589.73 | \$112,427.28 |
| | 7 | \$112,427.28 | \$1,531.54 | 936.89 | \$594.65 | \$111,832.64 |
| | 8 | \$111,832.64 | \$1,531.54 | 931.94 | \$599.60 | \$111,233.04 |
| | 9 | \$111,233.04 | \$1,531.54 | 926.94 | \$604.60 | \$110,628.44 |
| | 10 | \$110,628.44 | \$1,531.54 | 921.90 | \$609.64 | \$110,018.80 |
| | 11 | \$110,018.80 | \$1,531.54 | 916.82 | \$614.72 | \$109,404.09 |
| | 12 | \$109,404.09 | \$1,531.54 | 911.70 | \$619.84 | \$108,784.25 |
| 2 | 13 | \$108,784.25 | \$1,531.54 | 906.54 | \$625.00 | \$108,159.24 |
| | 14 | \$108,159.24 | \$1,531.54 | 901.33 | \$630.21 | \$107,529.03 |
| | 15 | \$107,529.03 | \$1,531.54 | 896.08 | \$635.46 | \$106,893.57 |
| | 16 | \$106,893.57 | \$1,531.54 | 890.78 | \$640.76 | \$106,252.81 |
| | 17 | \$106,252.81 | \$1,531.54 | 885.44 | \$646.10 | \$105,606.71 |
| | 18 | \$105,606.71 | \$1,531.54 | 880.06 | \$651.48 | \$104,955.23 |
| | 19 | \$104,955.23 | \$1,531.54 | 874.63 | \$656.91 | \$104,298.31 |
| | 20 | \$104,298.31 | \$1,531.54 | 869.15 | \$662.39 | \$103,635.93 |
| | 21 | \$103,635.93 | \$1,531.54 | 863.63 | \$667.91 | \$102,968.02 |
| | 22 | \$102,968.02 | \$1,531.54 | 858.07 | \$673.47 | \$102,294.55 |
| | 23 | \$102,294.55 | \$1,531.54 | 852.45 | \$679.08 | \$101,615.46 |
| | 24 | \$101,615.46 | \$1,531.54 | 846.80 | \$684.74 | \$100,930.72 |
| 3 | 25 | \$100,930.72 | \$1,531.54 | 841.09 | \$690.45 | \$100,240.27 |
| | 26 | \$100,240.27 | \$1,531.54 | 835.34 | \$696.20 | \$99,544.07 |
| | 27 | \$99,544.07 | \$1,531.54 | 829.53 | \$702.01 | \$98,842.06 |
| | 28 | \$98,842.06 | \$1,531.54 | 823.68 | \$707.86 | \$98,134.20 |
| | 29 | \$98,134.20 | \$1,531.54 | 817.79 | \$713.75 | \$97,420.45 |
| | 30 | \$97,420.45 | \$1,531.54 | 811.84 | \$719.70 | \$96,700.75 |
| | 31 | \$96,700.75 | \$1,531.54 | 805.84 | \$725.70 | \$95,975.05 |
| | 32 | \$95,975.05 | \$1,531.54 | 799.79 | \$731.75 | \$95,243.30 |
| | 33 | \$95,243.30 | \$1,531.54 | 793.69 | \$737.85 | \$94,505.46 |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

| | | | | | | |
|---|----|-------------|------------|--------|------------|-------------|
| | 34 | \$94,505.46 | \$1,531.54 | 787.55 | \$743.99 | \$93,761.46 |
| | 35 | \$93,761.46 | \$1,531.54 | 781.35 | \$750.19 | \$93,011.27 |
| | 36 | \$93,011.27 | \$1,531.54 | 775.09 | \$756.45 | \$92,254.82 |
| 4 | 37 | \$92,254.82 | \$1,531.54 | 768.79 | \$762.75 | \$91,492.07 |
| | 38 | \$91,492.07 | \$1,531.54 | 762.43 | \$769.11 | \$90,722.97 |
| | 39 | \$90,722.97 | \$1,531.54 | 756.02 | \$775.51 | \$89,947.45 |
| | 40 | \$89,947.45 | \$1,531.54 | 749.56 | \$781.98 | \$89,165.48 |
| | 41 | \$89,165.48 | \$1,531.54 | 743.05 | \$788.49 | \$88,376.98 |
| | 42 | \$88,376.98 | \$1,531.54 | 736.47 | \$795.06 | \$87,581.92 |
| | 43 | \$87,581.92 | \$1,531.54 | 729.85 | \$801.69 | \$86,780.23 |
| | 44 | \$86,780.23 | \$1,531.54 | 723.17 | \$808.37 | \$85,971.86 |
| | 45 | \$85,971.86 | \$1,531.54 | 716.43 | \$815.11 | \$85,156.75 |
| | 46 | \$85,156.75 | \$1,531.54 | 709.64 | \$821.90 | \$84,334.85 |
| | 47 | \$84,334.85 | \$1,531.54 | 702.79 | \$828.75 | \$83,506.10 |
| | 48 | \$83,506.10 | \$1,531.54 | 695.88 | \$835.66 | \$82,670.45 |
| 5 | 49 | \$82,670.45 | \$1,531.54 | 688.92 | \$842.62 | \$81,827.83 |
| | 50 | \$81,827.83 | \$1,531.54 | 681.90 | \$849.64 | \$80,978.19 |
| | 51 | \$80,978.19 | \$1,531.54 | 674.82 | \$856.72 | \$80,121.47 |
| | 52 | \$80,121.47 | \$1,531.54 | 667.68 | \$863.86 | \$79,257.61 |
| | 53 | \$79,257.61 | \$1,531.54 | 660.48 | \$871.06 | \$78,386.55 |
| | 54 | \$78,386.55 | \$1,531.54 | 653.22 | \$878.32 | \$77,508.23 |
| | 55 | \$77,508.23 | \$1,531.54 | 645.90 | \$885.64 | \$76,622.59 |
| | 56 | \$76,622.59 | \$1,531.54 | 638.52 | \$893.02 | \$75,729.57 |
| | 57 | \$75,729.57 | \$1,531.54 | 631.08 | \$900.46 | \$74,829.11 |
| | 58 | \$74,829.11 | \$1,531.54 | 623.58 | \$907.96 | \$73,921.15 |
| | 59 | \$73,921.15 | \$1,531.54 | 616.01 | \$915.53 | \$73,005.62 |
| | 60 | \$73,005.62 | \$1,531.54 | 608.38 | \$923.16 | \$72,082.46 |
| 6 | 61 | \$72,082.46 | \$1,531.54 | 600.69 | \$930.85 | \$71,151.61 |
| | 62 | \$71,151.61 | \$1,531.54 | 592.93 | \$938.61 | \$70,213.00 |
| | 63 | \$70,213.00 | \$1,531.54 | 585.11 | \$946.43 | \$69,266.57 |
| | 64 | \$69,266.57 | \$1,531.54 | 577.22 | \$954.32 | \$68,312.25 |
| | 65 | \$68,312.25 | \$1,531.54 | 569.27 | \$962.27 | \$67,349.98 |
| | 66 | \$67,349.98 | \$1,531.54 | 561.25 | \$970.29 | \$66,379.69 |
| | 67 | \$66,379.69 | \$1,531.54 | 553.16 | \$978.38 | \$65,401.32 |
| | 68 | \$65,401.32 | \$1,531.54 | 545.01 | \$986.53 | \$64,414.79 |
| | 69 | \$64,414.79 | \$1,531.54 | 536.79 | \$994.75 | \$63,420.04 |
| | 70 | \$63,420.04 | \$1,531.54 | 528.50 | \$1,003.04 | \$62,417.00 |
| | 71 | \$62,417.00 | \$1,531.54 | 520.14 | \$1,011.40 | \$61,405.60 |
| | 72 | \$61,405.60 | \$1,531.54 | 511.71 | \$1,019.83 | \$60,385.78 |
| 7 | 73 | \$60,385.78 | \$1,531.54 | 503.21 | \$1,028.32 | \$59,357.45 |
| | 74 | \$59,357.45 | \$1,531.54 | 494.65 | \$1,036.89 | \$58,320.56 |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

| | | | | | | |
|----|-----|-------------|------------|--------|------------|-------------|
| | 75 | \$58,320.56 | \$1,531.54 | 486.00 | \$1,045.53 | \$57,275.02 |
| | 76 | \$57,275.02 | \$1,531.54 | 477.29 | \$1,054.25 | \$56,220.78 |
| | 77 | \$56,220.78 | \$1,531.54 | 468.51 | \$1,063.03 | \$55,157.74 |
| | 78 | \$55,157.74 | \$1,531.54 | 459.65 | \$1,071.89 | \$54,085.85 |
| | 79 | \$54,085.85 | \$1,531.54 | 450.72 | \$1,080.82 | \$53,005.03 |
| | 80 | \$53,005.03 | \$1,531.54 | 441.71 | \$1,089.83 | \$51,915.20 |
| | 81 | \$51,915.20 | \$1,531.54 | 432.63 | \$1,098.91 | \$50,816.28 |
| | 82 | \$50,816.28 | \$1,531.54 | 423.47 | \$1,108.07 | \$49,708.21 |
| | 83 | \$49,708.21 | \$1,531.54 | 414.24 | \$1,117.30 | \$48,590.91 |
| | 84 | \$48,590.91 | \$1,531.54 | 404.92 | \$1,126.62 | \$47,464.30 |
| 8 | 85 | \$47,464.30 | \$1,531.54 | 395.54 | \$1,136.00 | \$46,328.29 |
| | 86 | \$46,328.29 | \$1,531.54 | 386.07 | \$1,145.47 | \$45,182.82 |
| | 87 | \$45,182.82 | \$1,531.54 | 376.52 | \$1,155.02 | \$44,027.81 |
| | 88 | \$44,027.81 | \$1,531.54 | 366.90 | \$1,164.64 | \$42,863.16 |
| | 89 | \$42,863.16 | \$1,531.54 | 357.19 | \$1,174.35 | \$41,688.82 |
| | 90 | \$41,688.82 | \$1,531.54 | 347.41 | \$1,184.13 | \$40,504.69 |
| | 91 | \$40,504.69 | \$1,531.54 | 337.54 | \$1,194.00 | \$39,310.69 |
| | 92 | \$39,310.69 | \$1,531.54 | 327.59 | \$1,203.95 | \$38,106.74 |
| | 93 | \$38,106.74 | \$1,531.54 | 317.56 | \$1,213.98 | \$36,892.75 |
| | 94 | \$36,892.75 | \$1,531.54 | 307.44 | \$1,224.10 | \$35,668.65 |
| | 95 | \$35,668.65 | \$1,531.54 | 297.24 | \$1,234.30 | \$34,434.35 |
| | 96 | \$34,434.35 | \$1,531.54 | 286.95 | \$1,244.59 | \$33,189.77 |
| 9 | 97 | \$33,189.77 | \$1,531.54 | 276.58 | \$1,254.96 | \$31,934.81 |
| | 98 | \$31,934.81 | \$1,531.54 | 266.12 | \$1,265.42 | \$30,669.39 |
| | 99 | \$30,669.39 | \$1,531.54 | 255.58 | \$1,275.96 | \$29,393.43 |
| | 100 | \$29,393.43 | \$1,531.54 | 244.95 | \$1,286.59 | \$28,106.84 |
| | 101 | \$28,106.84 | \$1,531.54 | 234.22 | \$1,297.32 | \$26,809.52 |
| | 102 | \$26,809.52 | \$1,531.54 | 223.41 | \$1,308.13 | \$25,501.39 |
| | 103 | \$25,501.39 | \$1,531.54 | 212.51 | \$1,319.03 | \$24,182.37 |
| | 104 | \$24,182.37 | \$1,531.54 | 201.52 | \$1,330.02 | \$22,852.35 |
| | 105 | \$22,852.35 | \$1,531.54 | 190.44 | \$1,341.10 | \$21,511.24 |
| | 106 | \$21,511.24 | \$1,531.54 | 179.26 | \$1,352.28 | \$20,158.97 |
| | 107 | \$20,158.97 | \$1,531.54 | 167.99 | \$1,363.55 | \$18,795.42 |
| | 108 | \$18,795.42 | \$1,531.54 | 156.63 | \$1,374.91 | \$17,420.51 |
| 10 | 109 | \$17,420.51 | \$1,531.54 | 145.17 | \$1,386.37 | \$16,034.14 |
| | 110 | \$16,034.14 | \$1,531.54 | 133.62 | \$1,397.92 | \$14,636.22 |
| | 111 | \$14,636.22 | \$1,531.54 | 121.97 | \$1,409.57 | \$13,226.65 |
| | 112 | \$13,226.65 | \$1,531.54 | 110.22 | \$1,421.32 | \$11,805.33 |
| | 113 | \$11,805.33 | \$1,531.54 | 98.38 | \$1,433.16 | \$10,372.17 |
| | 114 | \$10,372.17 | \$1,531.54 | 86.43 | \$1,445.10 | \$8,927.06 |
| | 115 | \$8,927.06 | \$1,531.54 | 74.39 | \$1,457.15 | \$7,469.92 |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

| | | | | | | |
|--|-----|------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------|
| | 116 | \$7,469.92 | \$1,531.54 | 62.25 | \$1,469.29 | \$6,000.63 |
| | 117 | \$6,000.63 | \$1,531.54 | 50.01 | \$1,481.53 | \$4,519.09 |
| | 118 | \$4,519.09 | \$1,531.54 | 37.66 | \$1,493.88 | \$3,025.21 |
| | 119 | \$3,025.21 | \$1,531.54 | 25.21 | \$1,506.33 | \$1,518.88 |
| | 120 | \$1,518.88 | \$1,531.54 | 12.66 | \$1,518.88 | \$0.00 |
| | | | \$183,784.72 | \$67,891.36 | \$115,893.36 | |

Fuente: Elaboración de Autores

El proyecto fotovoltaico se financia con un préstamo de \$115,893.36 a 10 años, bajo el sistema de amortización francés con pagos mensuales fijos de \$1,531.54. Al finalizar el periodo, el desembolso total por el financiamiento será de \$183,784.72, incluyendo \$67,891.36 en intereses. Este esquema permite una programación financiera estable, garantizando pagos predecibles y control del flujo de caja del proyecto.

En términos de ahorro energético el sistema generará un promedio anual de \$29,427.31 durante los 10 años de operación, lo que representa un ahorro total proyectado de \$294,273.07. Comparando este ahorro con los pagos anuales del préstamo, se observa que los beneficios netos son positivos desde el primer año ya que el ahorro supera ampliamente el desembolso requerido para cubrir la deuda y sus intereses.

El análisis de retorno de inversión (ROI) evidencia que el ahorro total proyectado de \$294,273.07 supera significativamente el costo total del préstamo (\$183,784.72), resultando en un beneficio neto de \$110,488.35 al término del horizonte de proyección. Esto refleja que, por cada dólar invertido en el financiamiento, el proyecto genera aproximadamente \$1.60 en ahorro energético, demostrando una relación costo-beneficio altamente favorable. El proyecto fotovoltaico representa una inversión financieramente sólida y rentable, con un flujo de caja positivo anual, ahorro energético notable y retorno sobre la inversión superior al costo del financiamiento.

6.5 Punto de equilibrio del Proyecto.

El punto de equilibrio financiero es un indicador clave para evaluar la viabilidad de una inversión. Este punto se alcanza cuando los beneficios acumulados igualan los costos totales, es decir, cuando el ahorro generado por el proyecto supera el saldo pendiente

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

del financiamiento. A partir de este momento, el proyecto comienza a generar beneficios netos positivos para la organización.

Tabla 24

Tabla de Beneficios netos

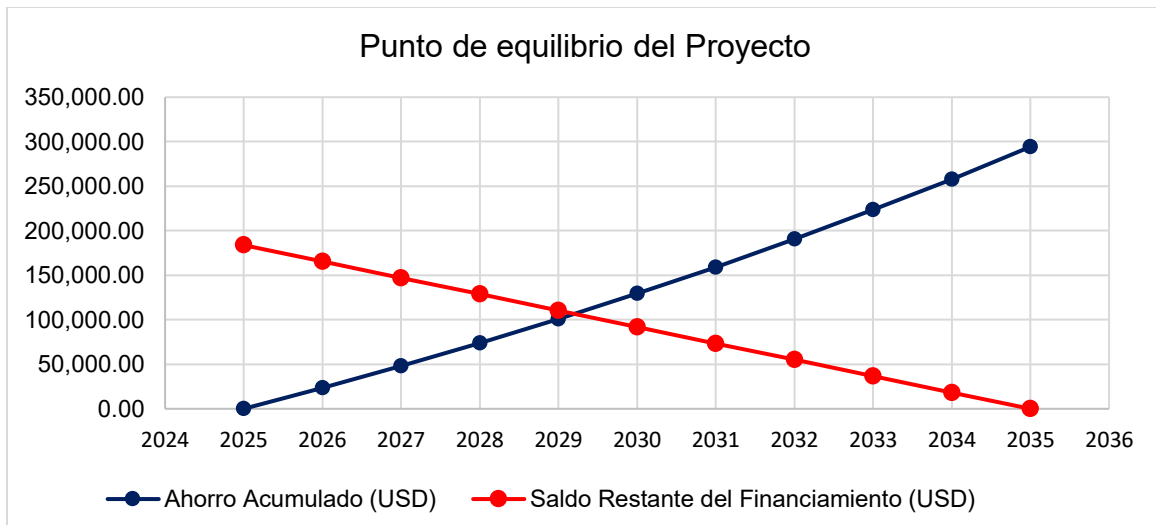
| Años | Ahorro Anual (USD) | Pago préstamo anual (USD) | Ahorro Acumulado (USD) | Saldo Restante del Financiamiento (USD) | Diferencia Ahorro - Deuda |
|------|--------------------|---------------------------|------------------------|---|---------------------------|
| 2025 | 0.00 | 0 | 0.00 | 183,784.7 | -183,784.70 |
| 2026 | 23,342.06 | 18,378.47 | 23,342.06 | 165,406.23 | -142,064.17 |
| 2027 | 24,565.22 | 18,378.47 | 47,907.28 | 147,027.76 | -99,120.48 |
| 2028 | 25,788.40 | 18,378.47 | 73,695.68 | 128,649.29 | -54,953.61 |
| 2029 | 27,113.49 | 18,378.47 | 100,809.17 | 110,270.82 | -9,461.65 |
| 2030 | 28,438.58 | 18,378.47 | 129,247.75 | 91,892.35 | 37,355.40 |
| 2031 | 29,865.61 | 18,378.47 | 159,113.36 | 73,513.88 | 85,599.48 |
| 2032 | 31,394.56 | 18,378.47 | 190,507.92 | 55,135.41 | 135,372.51 |
| 2033 | 32,923.52 | 18,378.47 | 223,431.44 | 36,756.94 | 186,674.50 |
| 2034 | 34,554.40 | 18,378.47 | 257,985.84 | 18,378.47 | 239,607.37 |
| 2035 | 36,287.23 | 18,378.47 | 294,273.07 | 0.00 | 294,273.07 |

Fuente: Elaboración de Autores

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Figura 41

Punto de equilibrio del proyecto



Fuente: Elaboración de Autores

El gráfico presentado ilustra la relación entre el ahorro acumulado del proyecto y el saldo restante del financiamiento a lo largo del periodo 2025-2035. La línea azul representa el incremento progresivo del ahorro acumulado, evidenciando cómo los beneficios económicos derivados del sistema fotovoltaico se acumulan año con año. Por su parte, la línea roja muestra el descenso del saldo de la deuda a medida que se realizan los pagos anuales del financiamiento.

El cruce entre ambas curvas marca el punto de equilibrio, señalado en el gráfico alrededor del año 2030. Antes de ese año, la deuda es mayor al ahorro, evidenciando que el proyecto aún está en fase de recuperación de la inversión. Después del cruce, la tendencia positiva del ahorro acumulado demuestra que el proyecto genera excedentes económicos.

6.6 Ventajas del Sistema Fotovoltaico.

Ahorro económico a largo plazo: El sistema permite reducir considerablemente la factura eléctrica de la empresa al generar energía propia. Aunque requiere una inversión inicial, los costos se recuperan con los ahorros acumulados en pocos años, brindando rentabilidad sostenida durante toda la vida útil de los paneles.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Contribución ambiental y sostenibilidad: El aprovechamiento de la radiación solar evita emisiones de gases de efecto invernadero y reduce la huella de carbono de la planta, cumpliendo así uno de los objetivos de las políticas corporativas de Yazaki. Esto fortalece el compromiso de la empresa con prácticas sostenibles y la coloca en línea con las tendencias globales hacia energías limpias.

Estabilidad y autonomía energética: Al cubrir gran parte de la demanda del sistema de ventilación y climatización, el sistema disminuye la dependencia de la red eléctrica y protege a la empresa de aumentos en las tarifas de energía o interrupciones en el suministro.

Bajo mantenimiento y larga vida útil: Los paneles requieren un mantenimiento mínimo (limpieza y revisiones periódicas) y conservan más del 80% de su capacidad de generación incluso después de 25 a 30 años, asegurando confiabilidad y continuidad en el suministro de energía renovable.

Imagen corporativa y competitividad: La adopción de energías renovables mejora la imagen de la empresa frente a clientes, proveedores y la comunidad, mostrando compromiso con la innovación y la responsabilidad social.

sostenibilidad es un requisito clave.

6.7 Desventajas del Sistema Fotovoltaico

Alta inversión inicial: Los costos de adquisición de paneles, inversores, estructuras y obra civil representan un desembolso considerable al inicio del proyecto, lo cual puede ser una barrera financiera si no se cuenta con acceso a créditos o programas de apoyo.

Dependencia de la radiación solar: La generación eléctrica está sujeta a la disponibilidad del sol, variando según las condiciones climáticas, la ubicación geográfica y las estaciones del año. En días nublados o con baja irradiancia, la producción se reduce.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Necesidad de espacio físico: Para instalar un sistema de gran capacidad se requiere una superficie amplia en techos o terrenos, considerando no solo el área de los paneles, sino también pasillos de mantenimiento, inclinación adecuada y separación entre filas.

Degradación y pérdida de eficiencia con el tiempo: Aunque los paneles tienen una vida útil de 25 a 30 años, su eficiencia tiende a disminuir cada año, lo que implica que la producción será ligeramente menor con el paso del tiempo.

6.8 Matriz de riesgo del proyecto.

La implementación de un sistema fotovoltaico en la Planta 4 de Yazaki constituye un proyecto estratégico enfocado en la optimización del consumo energético mediante el aprovechamiento de recursos renovables.

Dada la naturaleza multidisciplinaria del proyecto, resulta fundamental identificar, evaluar y gestionar los riesgos que podrían afectar su desarrollo, operación y resultados esperados.

La presente Matriz de Riesgo se ha desarrollado con el objetivo de proporcionar un marco estructurado para la identificación y priorización de los posibles riesgos en diferentes categorías: técnica, financiera, operativa, ambiental, de seguridad y regulatoria. Cada riesgo ha sido evaluado considerando su probabilidad de ocurrencia y el impacto potencial sobre el proyecto, asignándole un valor numérico que permite establecer su nivel de prioridad y definir las medidas de mitigación más adecuadas.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.



Tabla 25
Matriz de Riesgo

| MATRIZ DE RIESGOS | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------|---|--|---|----|----|---|---|---|---|----|-------------|
| ÁREA/PROYECTO: <u>Integración de Sistema Fotovoltaico en la Planta 4 de Yazaki.</u> | | | | | | | LUGAR: <u>León, Nicaragua</u> | | | | | |
| Riesgo | Categoría | Descripción | Clasificación inicial (antes de controles) | | | | Medidas de Control | Clasificación residual (después de controles) | | | | Responsable |
| | | | B | M | A | MA | | B | M | A | MA | |
| Fallo en la Selección de equipos (módulos o inversores) | Técnico | Equipos no cumplen con la capacidad nominal, causando menor producción de energía | | | 14 | | Verificación de especificaciones, pruebas de rendimiento y selección de proveedores certificados. | 5 | | | | Por Asignar |
| Retrasos en la entrega de materiales | Operativo | Retrasos logísticos que afectan la ejecución del proyecto | | 8 | | | Contratos con cláusulas específicas de entrega, seguimiento continuo y alternativas de proveedores. | 4 | | | | Por Asignar |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.



| | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|---|--|---|----|---|---|----|--|-------------|
| Sobrecostos del proyecto | Financiero | Incremento en costos por inflación, cambios de precios o imprevistos | | | 21 | Presupuesto con imprevistos. Seguimiento financiero mensual | | 12 | | Por Asignar |
| Accidentes durante la instalación | Seguridad | Lesiones al personal debido a trabajos en altura o manejo de electricidad, así como carga manual. | | | 21 | Capacitación en seguridad, uso de EPP, supervisión constante y plan de emergencia en la planta. | | 7 | | Por Asignar |
| Condiciones climáticas adversas | Operativo/Ambiental | Lluvias, viento o alta radiación dificultan instalación y operación | | 8 | | Planificación flexible, análisis de clima histórico, cobertura temporal de materiales | 4 | | | Por Asignar |
| Incumplimiento de normativas nacionales | Regulatorio | Retrasos o sanciones por permisos incompletos o regulaciones cambiantes | | | 17 | Revisión legal antes de iniciar, seguimiento con autoridades y cumplimiento normativo | | 7 | | Por Asignar |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.



| | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------|---|--|---|----|--|---|--|--|-------------|
| Bajo rendimiento energético | Técnico/Operativo | Diferencia entre energía proyectada y real debido a pérdidas técnicas | | | 22 | Exhaustiva revisión de cálculos, monitoreo continuo, ajuste de orientación e inclinación, mantenimiento preventivo | 8 | | | Por Asignar |
| Daños a la infraestructura existente | Operativo | Durante la instalación se puede afectar la estructura o instalaciones | | | 14 | Inspección previa, planificación de montaje y supervisión técnica | 5 | | | Por Asignar |
| Impacto ambiental no previsto | Ambiental | Afectación de flora, fauna o suelo durante la instalación | | | 14 | Estudio de impacto ambiental, medidas de mitigación y control de residuos | 5 | | | Por Asignar |
| Robo de equipos | Seguridad | Pérdida de equipos o daños por terceros | | 8 | | Sistema de seguridad, vigilancia y control de acceso al sitio | 5 | | | Por Asignar |

Fuente: Elaboración de autores

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Tabla 26

Matriz de Identificación y Evaluación de riesgos

| Matriz de Identificación e evaluación de riesgos | | | | | | | |
|--|---|------------|----------------|-------|----------|-------|--------------|
| | | | CONSECUENCIA | | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | Insignificante | Menor | Moderado | Mayor | Catastrófico |
| PROBABILIDAD | 1 | Poco común | 1 | 3 | 6 | 10 | 15 |
| | 2 | Improbable | 2 | 5 | 9 | 14 | 19 |
| | 3 | Posible | 4 | 8 | 13 | 18 | 22 |
| | 4 | Probable | 7 | 12 | 17 | 21 | 24 |
| | 5 | Cierto | 11 | 16 | 20 | 23 | 25 |

Fuente: Elaboración de Autores

Tabla 27

Interpretación del nivel de riesgo

| Interpretación del nivel de riesgo | |
|------------------------------------|---|
| 1-5 Bajo | Seguimiento rutinario |
| 6-10 Medio | Implementar medidas Preventivas |
| 11-17 Alto | Requiere acción inmediata y plan de mitigación |
| 18-25 Muy alto | Requiere revisión exhaustiva y medidas críticas |

Fuente: Elaboración de Autores

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

6.9 Cronograma de ejecución

Tabla 28
Cronograma de ejecución

| Fecha de Ejecución | 2025 | 2026 | | | | | |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Actividad | 15-Dic al 31-Dic-25 | 01-Ene al 15-Ene-26 | 16-Ene al 31-Ene-26 | 01-Feb al 15-Feb-26 | 16-Feb al 28-Feb-26 | 01-Marz al 15-Marz-26 | 16-Marz al 31-Marz-26 |
| Planificación detallada y diseño final del sistema | | | | | | | |
| Solicitud y adquisición de equipos | | | | | | | |
| Preparación del sitio y obra civil | | | | | | | |
| Montaje de estructuras metálicas y paneles solares | | | | | | | |
| Instalación de inversores y cableado DC/AC | | | | | | | |
| Pruebas eléctricas y ajustes de protecciones | | | | | | | |
| Puesta en marcha completa y monitoreo inicial | | | | | | | |

Fuente: Elaboración de autores

CAPITULO VII CONCLUSIONES

En el desarrollo de la presente investigación titulada “Optimización del consumo energético en Yazaki planta 4 de la ciudad de León, mediante la integración de energía fotovoltaica bajo el enfoque de la norma ISO 50001”, se alcanzaron resultados significativos que permitieron cumplir con los objetivos propuestos y evidenciar el potencial de la empresa para mejorar su eficiencia energética.

Conforme al primer objetivo planteado, el análisis permitió evidenciar que Yazaki Planta 4 cuenta con una infraestructura eléctrica funcional, capaz de garantizar el suministro continuo desde la red pública para sus operaciones. Sin embargo, se evidenció la ausencia de un sistema fotovoltaico y de un Sistema de Gestión de la Energía (SGE) formalizado bajo los lineamientos de la norma ISO 50001. Esto limita la capacidad de la empresa para identificar ineficiencias y aplicar mejoras sistemáticas. A pesar de ello, las condiciones técnicas actuales ofrecen una base sólida para avanzar hacia la implementación de tecnologías limpias y adoptar un modelo de gestión energética estructurado, orientado a la eficiencia operativa, la sostenibilidad y el cumplimiento de estándares internacionales.

En cumplimiento del segundo objetivo específico, se logró identificar y cuantificar los principales focos de consumo energético en Yazaki Planta 4, incluyendo datos reales de consumo eléctrico correspondientes a los años 2023, 2024 y al primer semestre de 2025, así como una proyección estimada para el periodo de agosto a diciembre de 2025. Esta estructura permitió establecer una línea base confiable, visualizar tendencias de crecimiento en la demanda energética y anticipar escenarios futuros bajo condiciones operativas constantes. El estudio evidenció que una proporción significativa del consumo se concentra en equipos críticos como las Schleuniger Crimpcenter y Komax Alpha 355, lo que los posiciona como unidades prioritarias para intervenciones de eficiencia. Asimismo, se detectó un consumo elevado en sistemas de ventilación y climatización, atribuible a prácticas operativas poco eficientes, falta de mantenimiento preventivo y ausencia de control en horarios de baja actividad. Estos hallazgos fueron complementados con inspecciones técnicas en campo, aplicación de cálculos eléctricos

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

y análisis de los mismos, lo que permitió validar los consumos mensuales por equipo críticos y fortalecer la propuesta de optimización.

En cuanto al tercer objetivo, la auditoría energética realizada en Yazaki Planta 4 permitió evaluar el grado de cumplimiento de los requisitos establecidos por la norma ISO 50001 para la futura implementación de un sistema fotovoltaico (SFV), revelando avances parciales en aspectos como el registro de consumo eléctrico, la detección de oportunidades de ahorro y el interés gerencial en reducir costos energéticos. Sin embargo, también se identificaron debilidades críticas como la falta de compromiso formal para asignar recursos, la escasa capacitación técnica en energías renovables y la ausencia de escenarios comparativos robustos que proyecten el impacto del SFV. La evaluación evidenció que, aunque existen espacios físicos disponibles y una disposición inicial hacia la eficiencia energética, aún no se cuenta con una estrategia estructurada ni con herramientas de monitoreo por áreas que permitan planificar, implementar y mantener un sistema fotovoltaico conforme a los estándares de la ISO 50001. Estos hallazgos justifican la necesidad de fortalecer la gestión energética, consolidar el liderazgo organizacional y desarrollar capacidades técnicas que garanticen la viabilidad, sostenibilidad y éxito del proyecto fotovoltaico.

Finalmente, en cumplimiento del cuarto objetivo se desarrolló una propuesta técnica y económica para la integración de un sistema fotovoltaico en Yazaki Planta 4, dimensionado para cubrir el 10% del consumo energético del sistema de ventilación y climatización. El diseño contempla la instalación de 234 módulos solares de 312 Wp, con una potencia total de 73.008 kWp, distribuidos en una superficie de 702 m², e incluye componentes clave como inversores híbridos, baterías de respaldo, estructuras de montaje y sistemas de protección. La producción estimada alcanza los 101,930.4 kWh anuales, contribuyendo directamente a la reducción del consumo eléctrico convencional. Desde el punto de vista económico, el proyecto se financia mediante un crédito empresarial de \$115,893.36 a 10 años, con pagos mensuales fijos y una tasa anual del 10%, generando un ahorro energético promedio de \$29,427.31 por año. El análisis financiero evidencia un beneficio neto de \$110,488.35 al finalizar el periodo.

CAPITULO VIII RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación, se formulan las siguientes recomendaciones orientadas a fortalecer la gestión energética de la planta 4 de Yazaki en la ciudad de León y garantizar la sostenibilidad técnica y económica del sistema propuesto:

- Se recomienda implementar de manera progresiva el sistema fotovoltaico propuesto, iniciando con la instalación que cubra el 10% del consumo energético del sistema de ventilación, tal como fue evaluado en el estudio técnico. Este primer módulo servirá como base para validar el impacto real sobre la red interna de la planta. Una vez comprobado su desempeño operativo y financiero, se sugiere ampliar gradualmente la capacidad instalada hasta alcanzar entre un 10% o 20% de la demanda total de la planta, priorizando las áreas de mayor consumo identificado.
- Es fundamental integrar un Sistema de Gestión Energética (SGEn) conforme a la norma ISO 50001, con el fin de establecer un marco organizacional sólido que garantice la mejora continua del desempeño energético. Este sistema debe incluir la creación de un comité energético interno, la definición de una política energética institucional, la medición sistemática de indicadores clave de desempeño (KPIs) y la formación del personal técnico y administrativo en buenas prácticas de eficiencia
- Se recomienda implementar un plan integral de optimización energética enfocado en los equipos y sistemas de mayor demanda, especialmente en las áreas de ventilación y maquinaria crítica de producción. Este plan debe incluir la evaluación técnica de la eficiencia actual de los equipos, la programación de mantenimientos preventivos y correctivos basados en consumo y la sustitución progresiva de equipos por unidades de alta eficiencia energética.
- Con el fin de garantizar la sostenibilidad del sistema fotovoltaico propuesto, se aconseja implementar una plataforma de monitoreo energético que permita supervisar en tiempo real los valores de generación y consumo. Esta herramienta

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

debe integrar las variables eléctricas principales del sistema fotovoltaico y los consumos de los equipos críticos, generando reportes automáticos compatibles con los requisitos de la ISO 50001. De esta manera, la empresa podrá detectar desviaciones operativas y tomar decisiones basadas en información confiable.

- De manera complementaria, se recomienda establecer un programa anual de auditorías energéticas y revisión de desempeño, con el propósito de evaluar los resultados alcanzados por la integración del sistema fotovoltaico y el funcionamiento del SGE. Asimismo, se sugiere reinvertir parte de los ahorros económicos generados en la ampliación futura de la capacidad fotovoltaica, el mantenimiento preventivo de los equipos solares y la capacitación continua del personal involucrado.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AENOR. (s.f.). *Certificación del sistema de gestión energética ISO 50001*. Obtenido de AENOR: <https://www.aenor.com/certificacion/empresas/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-50001>
- Aguilera, A. (2017). *El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas*. Obtenido de Scielo: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022&lng=es&nrm=iso. ISSN 2073-6061.
- Arpi, J. R., & Chacolli, Y. M. (2019). Auditoría e implementación del estudio y analisis de eficiencia energética orientada en el ISO 50001 en la empresa Técnica y Desarrollo (CIGA). Puno, Perú.
- Barberá, D. (s. f.). *Introducción a la energía fotovoltaica*.
- Barrios, A. L. (2017 de Mayo de 2017). Diseño de un Sistema de Gestión de la Energía, de acuerdo a la ISO 50001 (Gestión de la Energía) en la empresa DRY CLEAN U.S.A. Ubicada en el Km 3 carreta a Masaya. Managua, Nicaragua.
- Berrade. (2023). *Estrategias para la Optimización Energética*. Obtenido de Berrade: <https://berrade.com/eficiencia-energetica/que-es-optimizacion-energetica/>
- Borge, J. J., Martínez, F. O., & Osabas, M. K. (Noviembre de 2023). Estudio de Prefactibilidad para la implementación de un proyecto de energía en el campus UCC - León en el periodo comprendido de julio a noviembre del año 2023. León, Nicaragua.
- Celsia. (05 de Mayo de 2018). *Paneles solares ¿Cómo funcionan y qué son?* Obtenido de Celsia: <https://www.celsia.com/es/blog-celsia/paneles-solares-como-funcionan-y-que-son/>
- Daniel, S., Velarde, J. C., Abel, R., & Solís, B. (2019). *Energías renovables: experiencia y perspectivas en la ruta del Perú hacia la transición energética*. Lima, Perú: Osinergmin (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería).
- Dormus, G. Y., & Thimpson, H. E. (Febrero de 2021). Implementación de auditoría energética en FAREM-Estelí en el segundo semestre 2022. Estelí, Nicaragua.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

- Energy, E. (25 de Marzo de 2025). *Cómo usar indicadores energéticos en tu industria*. Obtenido de EMMA Energy: <https://emmaenergy.com/indicadores-energeticos/>
- Ferrer, J. C. (2024). *Sostenibilidad empresarial: beneficios, ejemplos y claves para implementarla*. Obtenido de EDEM Escuela de Empresarios: <https://edem.eu/sostenibilidad-empresarial-beneficios-ejemplos-y-claves-para-implementarla/>
- Flores, L. N., Salaverri, A. M., & Lindo, I. A. (30 de junio de 2024). Diseño de un Sistema de Gestión Energética por medio de la norma ISO 50001 en planta 4 Yazaki en el departamento de León, en el periodo comprendido de enero a junio 2024. León, Nicaragua.
- Guamán, A. E. (Octubre de 2022). Diseño del Sistema de Gestión Energética según la Norma ISO 50001:2018 de eficiencia energética en Productos Minerva Cía. Ltda. Quito, Ecuador.
- Hernandez, F. M. (2016). Voltaje, Corriente y Potencia Eléctrica. Ciudad de México, México.
- IceeBook. (26 de Febrero de 2025). *Radiación solar – Qué es, características y tipos*. Obtenido de IceeBook: <https://iceebook.com/radiacion-solar-que-es-caracteristicas-tipos>
- Mártel, I. (15 de Noviembre de 2023). *Estructura y peculiaridades de los paneles fotovoltaicos estándares*. Obtenido de Material Eléctrico: <https://material-electrico.cdecomunicacion.es/opinion/ignacio-martil/2023/11/15/estructura-y-peculiaridades-de-los-paneles-fotovoltaicos-estandares>
- Melendez, F. (17 de Septiembre de 2021). *Instrumentos para medir Radiación Solar*. Obtenido de Somos Advance: <https://somosadvance.com/expertise/instrumentos-para-medir-la-radiacion-solar/>
- Merdinian, K. (15 de Marzo de 2023). *Greentecher*. Obtenido de Greentecher: https://www.greentecher.com/politica-energetica/?srsltid=AfmBOoqV4TLMOSd6AQEvfDZZDBNdag51ctR53LF7ANQiYil_ukRpEJqz&v=e6c151d449e1

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

- Ministerio de Hidrocarburos y Energías. (Octubre de 2022). *Energypedia*. Obtenido de Guía para realizar una auditoría energética:
https://energypedia.info/wiki/File:20190919_Guia_de_auditoria_energ%C3%A9tica.pdf
- Pacto Mundial de Naciones Unidas. (s.f.). *ODS 7: Energía asequible y no contaminante*. Obtenido de Pacto Mundial de las Naciones Unidas:
<https://www.pactomundial.org/ods/7-energia-asequible-y-no-contaminante/>
- Peralta, E. d., Gutiérrez, S. L., & Chavarría, Y. I. (12 de Febrero de 2017). Auditoría Energética en el Supermercado La Colonia, del municipio de Estelí, con énfasis en autogeneración de energía en el II semestre año 2016. Estelí, Nicaragua.
- Planas, O. (7 de 4 de 2016). *Partes y elementos de una instalación solar fotovoltaica*. Obtenido de Solar-Energia.net: <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos>
- PNUD. (2020). Informe Nacional de Desarrollo Humano: Energía y Desarrollo Humano. Asunción, Paraguay.
- Posada, E. (Diciembre de 2002). Guía de buenas prácticas en uso racional de la energía para el sector de las pequeñas y medianas empresas. Medellín, Colombia.
- Quino, J. C., & Téllez, L. M. (05 de Abril de 2019). Diagnóstico de eficiencia energética en las instalaciones del Hotel La Posada del Doctor ubicada en León, Nicaragua. León, Nicaragua.
- Repsol. (11 de Septiembre de 2023). Obtenido de <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/que-es-la-gestion-energetica/index.cshtml>
- Repsol. (Mayo de 2025). *Repsol*. Obtenido de Repsol:
<https://www.repsol.com/es/sostenibilidad/ejes-sostenibilidad/cambio-climatico/eficiencia-energetica/que-es-la-eficiencia-energetica/index.cshtml>
- Reuters. (25 de Junio de 2025). Global energy CO2 emissions reached record high last year, report says. Londres, Reino Unido.
- Rodríguez, M. A. (2013). Fundamentos de circuitos eléctricos de corriente alterna mono y trifásica. Cantabria, España.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

SIMBAÑA, N. D. (Septiembre de 2020). AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LA FÁBRICA PLÁSTICOS Y BROCHAS WILSON S.A EN EL MARCO DE LA NORMA ISO 50001 DE SISTEMAS DE GESTION DE ENERGIA. Quito, Ecuador.

Solcor Chile. (2021). *¿Qué es y para qué sirve la radiación solar?* Obtenido de Solcor Chile: <https://solcorchile.com/radiacion-solar/>

Spiegeler, C., & Cifuentes, J. (2014). *Definición e Información de Energías Renovables*. Ciudad de Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Estudios de Postgrado.

The Green Company. (7 de Julio de 2025). *Energía fotovoltaica: qué es, cómo funciona y cuáles son sus ventajas*. Obtenido de TGC: <https://tgc.uy/blog/energia-fotovoltaica-que-es-como-funciona-ventajas/>

The Regents of the University of California. (2019). *Protocolo de certificación del programa Desempeño Energético Superior 50001 (SEP 50001)*. Berkeley, CA, EE.UU: Lawrence Berkeley National Laboratory.

Tirado, V., Méndez, D., Flores, L., Escobosa, N., & Espinoza, L. (2021). *Manual para la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía*. México, D.F.: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

World Energy Council. (2010). *Eficiencia energética: Una receta para el éxito*. Londres: World Energy Council.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

ANEXOS

Anexo 1 Máquinas actuales

Tabla 29
Maquinas Actuales

| Maquinas - Denominación tipo | Cantidad actual |
|------------------------------|-----------------|
| AC90 | 4 |
| AC95 | 3 |
| Alpha 355 | 19 |
| Alpha 433 | 1 |
| Alpha 488-7M | 2 |
| C372A | 2 |
| CC36SP | 8 |
| Condor ST30 | 3 |
| CS6480 | 1 |
| Estañadora | 1 |
| FH11 | 12 |
| HW20 | 1 |
| HW30 | 1 |
| KTR10 | 4 |
| MCI 765C | 14 |
| MQTWIST-3M | 1 |
| Ondal Taper | 5 |
| P080 | 8 |
| P107C | 19 |
| P200 BT | 2 |
| PR6000 | 5 |
| PS9500 | 1 |
| PS9550 | 1 |
| Raptor II | 17 |
| STCS-BM | 1 |
| STCS-BM2 | 1 |
| STCS-CS14 | 8 |
| STCS-CT | 15 |
| STCS-L | 4 |
| STCS-Vmir+ | 2 |
| TM100 | 19 |
| TS3-6 | 5 |
| US2600 | 2 |
| USC 4-PC/Raptor II | 1 |
| USC 4-PC-Condor T | 4 |
| USC 4-PC-Condor-T | 1 |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

| | |
|----------------------|------------|
| USC 4-PC-Raptor | 6 |
| USC 4-PC-Raptor II | 3 |
| WPA0 | 4 |
| WT11 | 5 |
| Total general | 216 |

Fuente: YAZAKI

Anexo 2 Fichas Técnicas de equipos Claves

Komax Alpha 355

Figura 42

Ficha técnica de Komax Alpha 355

Datos técnicos

Komax Alpha 355

| | |
|--|---|
| Gama de longitudes | 60–65'000 mm (2.36 in–213 ft) Opcional 30–60 mm (1.18 in–2.36 in) |
| Precisión de longitudes | Precisión de repetición: ±(0.2 % + 1.0 mm (0.039 in)) |
| Longitudes de desforado | 0.1–25 mm (0.004–0.98 in) |
| Longitudes de desforado con extracción parcial | Comienzo del cable 35 mm ± 1 mm (1.38 in ± 0.039 in) Final del cable 35 mm ± 1 mm (1.38 in ± 0.039 in) |
| Secciones de cable* | 0.2–6.0 mm ² (AWG24–AWG10) Opcional a partir de 0.13 mm ² (AWG26) |
| Velocidad de introducción de cable | máx. 12 m/s (39 ft/s) |
| Nivel de ruido | < 75 dB (sin herramienta crimpadora) |
| Conexión eléctrica | 3 × 208–480 V 50/60 Hz; 5 kVA |
| Conexión neumática | 5–8 bar (73–116 psi) |
| Consumo de aire | 9 m ³ /h (318 ft ³ /h) |
| Peso Alpha 355 | 1000 kg aprox. (2209 lb) |
| Peso Alpha 355 S | 1300 kg aprox. (2866 lb) |

Fuente: YAZAKI

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Prensa Mecal TT

Figura 43

Ficha técnica de prensa mecal TT

PRENSAS MECAL TT - P107C - P040 - P080 - P120

| | |
|-------------------------|--|
| Potencia | 0,55 kW (0.75 HP) |
| Fuerza | 2.000 kg (4450 lb) |
| Carrera | 40 mm (1.57") / 30 mm (1.18") |
| Altura de trabajo (PMI) | 135,8 mm (5.34") |
| Peso | 41 kg (95.6lb) |
| Dimensiones (mm) | ancho 180 mm x altura 620 mm x profundidad 250 mm |
| Dimensiones (") | W7.0" x H24.4" x D9.8" |
| Tipología | Manual (prensa de banco) / automática (para instalar en máquinas automáticas con cárteres) |
| Alimentación | Man 1F / Man 3F / Auto 1F |
| Voltaje | 115 V / 400 V / 230 V |
| Frecuencias | 50 Hz / 60 Hz |
| Tratamiento superficial | Gris claro RAL 7038 |
| Métodos de frenado | 115-230 V 1F – 230 V- 400 V- 480 3F Freno electromecánico 400 V – 50 Hz Freno electrónico |
| Ciclos máx. al minuto | 40 ciclos al minuto |

Fuente: YAZAKI

Máquina de Trenzado TM -100

Figura 44

Ficha técnica de trenzado TM-100



2. Conectarse a señales especificadas.

| | |
|-----------|-----------------|
| Voltaje | AC220/440V 60HZ |
| Corriente | 1A |

Fuente: YAZAKI

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Máquina de corte y procesos especiales Schleuniger crimpcenter

Figura 45

Ficha técnica Schleuniger crimpcenter



Schleuniger

CrimpCenter 36 SP

| Description | | |
|--|----------|---|
| Wire feeding speed | Maximum | 10 m/s 32.8 ft/s |
| Noise emission | | LpA=76+3db/A |
| Power source | | Electric - pneumatic |
| Power supply input | | 3 / N / PE AC 210-500 V; 50/60 Hz; 16 A |
| Power supply output | Optional | 1 / N / PE AC 230 V; 50/60 Hz; 16 A |
| Compressed air connection | | 6 bar 90 psi not oiled, cleaned and filtered |
| Ambient temperature | | 15 ° - 40 ° Celsius 59 ° - 104 ° Fahrenheit |
| CE conformity | | |
| The CrimpCenter 36 SP complies with the CE and EMC equipment guidelines (mechanical and electrical safety and electromagnetic compatibility). | | |

Fuente: YAZAKI

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Horno Meacalbi STCS-CS14

Figura 46

Ficha técnica Horno Meacalbi STCS-CS14



Fuente: YAZAKI

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Anexo 3 Estructura de Lista de Verificación aplicada (auditorías).

Figura 47
Estructura de lista de verificación aplicada en la auditoría

| LISTA DE VERIFICACIÓN DE AUDITORIA ISO 50001:2018 | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--|---|---|---|---|---|---|
| Descripción de la lista de verificación: | Auditar el uso actual de la energía en la empresa e identificar oportunidades de mejora y futura implementación de energías renovables como un Sistema Fotovoltaico. | | | | | | |
| 1) | Introducción | | | | | | |
| 1.1 | ¿Existen registros básicos de facturación eléctrica y se conoce el consumo mensual y anual de energía? | | | | | ✓ | |
| 2) | Contexto de la Organización | | | | | | |
| 2.1 | ¿Se han identificado las partes interesadas que influirán o se verán impactadas por un futuro Sistema Fotovoltaico (SFV) en la Planta? | | | | ✓ | | |
| 2.2 | ¿La revisión energética contempla escenarios de reducción de consumo de la red mediante un SFV? | | | | ✓ | | |
| 2.3 | ¿Se dispone de información sobre costos energéticos de la empresa? | | | | | | |
| 2.4 | ¿Se han analizado factores internos y externos que puedan afectar la futura implementación del SFV? | | ✓ | | | | |
| 2.5 | ¿Se identifican riesgos y oportunidades vinculados a la futura integración del SFV? | | | ✓ | | | |
| 2.6 | ¿Se cumplen los requisitos legales y normativas aplicables a proyectos fotovoltaicos en el país? | | | | ✓ | | |
| 2.7 | ¿Hay interés de la Gerencia en Proyectos de ahorro energético o energías renovables? | | | | | ✓ | |
| 3) | Liderazgo | | | | | | |
| 3.1 | ¿La alta dirección demuestra compromiso con la evaluación de implementar un SFV como parte de la estrategia energética para optimizar su consumo? | | | | | ✓ | |
| 3.2 | ¿La política energética incorpora objetivos de transición hacia energías renovables? | | | | ✓ | | |
| 3.3 | ¿La alta Gerencia muestra compromiso e interés en reducir costos energéticos? | | | | ✓ | | |
| 3.4 | ¿Se promueven buenas prácticas de ahorro energético en los colaboradores? | | | | | ✓ | |
| 3.5 | ¿Existe compromiso formal de destinar recursos para evaluar e implementar el SFV? | | | | | ✓ | |
| 4) | Planificación | | | | | | |
| 4.1 | ¿Se han detectado oportunidades de ahorro en el consumo eléctrico? | | | | | ✓ | |
| 4.2 | ¿Se contempla la posibilidad de implementar un SFV? | | | | | ✓ | |
| 4.3 | ¿Se han considerado riesgos y oportunidades relacionados con la futura instalación del SFV? | | | | | ✓ | |
| 4.4 | ¿La revisión energética incluye escenarios con y sin SFV? | | | | | ✓ | |
| 4.5 | ¿La planta dispone de espacio físico (techos o terrenos) para la instalar el SFV? | | | | | ✓ | |
| 5) | Soporte | | | | | | |
| 5.1 | ¿Se prevén recursos financieros y humanos para evaluar la integración del SFV? | | | | | ✓ | |
| 5.2 | ¿Se cuenta con registros de mantenimiento de los equipos eléctricos? | | | | | ✓ | |
| 5.3 | ¿El personal recibe formación técnica y normativa en energías renovables? | | | | | ✓ | |
| 5.4 | ¿Existen mecanismos de comunicación sobre los beneficios estratégicos del SFV hacia las partes interesadas? | | | | | ✓ | |
| 5.5 | ¿Se contempla capacitación del personal para la futura operación y mantenimiento del SFV? | | | | | ✓ | |
| 6) | Operación | | | | | | |
| 6.1 | ¿La organización controla y gestiona adecuadamente los usos significativos de la energía (SEU)? | | | | | ✓ | |
| 6.2 | ¿Se aplican rutinas básicas de control del consumo (apagar luces, revisar fugas de aire, controlar uso de equipos)? | | | | | ✓ | |
| 6.3 | ¿Se realizan mantenimientos preventivos a los equipos de mayor consumo? | | | | | ✓ | |
| 6.4 | ¿Se han analizado impactos operativos de incorporar un SFV en la planta? | | | | | ✓ | |
| 7) | Evaluación del Desempeño | | | | | | |
| 7.1 | ¿Se da seguimiento mensual al consumo eléctrico? | | | | | ✓ | |
| 7.2 | ¿Se comparan los consumos entre meses para detectar aumentos o ahorros? | | | | | ✓ | |
| 8) | Mejora | | | | | | |
| 8.1 | ¿Se han propuesto acciones para reducir el consumo de energía? | | | | | ✓ | |
| 8.2 | ¿Se ha considerado un plan de eficiencia energética a mediano plazo? | | | | | ✓ | |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

| LISTA DE VERIFICACIÓN DE AUDITORA ISO 50001:2018 | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|--|---|---|---|---|---|---|
| Descripción de la lista de verificación: | Auditar el uso actual de la energía en la empresa e identificar oportunidades de mejora y futura implementación de energías renovables como un Sistema Fotovoltaico. | | | | | | |
| 1) | Introducción | | | | | | |
| 1.1 | ¿Existen registros básicos de facturación eléctrica y se conoce el consumo mensual y anual de energía? | | | | | X | |
| 2) | Contexto de la Organización | | | | | | |
| 2.1 | ¿Se han identificado las partes interesadas que influirán o se verán impactadas por un futuro Sistema Fotovoltaico (SFV) en la Planta? | X | | | | | |
| 2.2 | ¿La revisión energética contempla escenarios de reducción de consumo de la red mediante un SFV? | X | | | | | |
| 2.3 | ¿Se dispone de información sobre costos energéticos de la empresa? | | | | | X | |
| 2.4 | ¿Se han analizado factores internos y externos que puedan afectar la futura implementación del SFV? | X | | | | | |
| 2.5 | ¿Se identifican riesgos y oportunidades vinculados a la futura integración del SFV? | X | | | | | |
| 2.6 | ¿Se cumplen los requisitos legales y normativas aplicables a proyectos fotovoltaicos en el país? | X | | | | | |
| 2.7 | ¿Hay interés de la Gerencia en Proyectos de ahorro energético o energías renovables? | | | | | X | |
| 3) | Liderazgo | | | | | | |
| 3.1 | ¿La alta dirección demuestra compromiso con la evaluación de implementar un SFV como parte de la estrategia energética para optimizar su consumo? | X | | | | | |
| 3.2 | ¿La política energética incorpora objetivos de transición hacia energías renovables? | X | | | | | |
| 3.3 | ¿La alta Gerencia muestra compromiso e interés en reducir costos energéticos? | | | | | X | |
| 3.4 | ¿Se promueven buenas prácticas de ahorro energético en los colaboradores? | X | | | | X | |
| 3.5 | ¿Existe compromiso formal de destinar recursos para evaluar e implementar el SFV? | X | | | | X | |
| 4) | Planificación | | | | | | |
| 4.1 | ¿Se han detectado oportunidades de ahorro en el consumo eléctrico? | | | | | X | |
| 4.2 | ¿Se contempla la posibilidad de implementar un SFV? | X | | | | | |
| 4.3 | ¿Se han considerado riesgos y oportunidades relacionados con la futura instalación del SFV? | X | | | | | |
| 4.4 | ¿La revisión energética incluye escenarios con y sin SFV? | X | | | | | |
| 4.5 | ¿La planta dispone de espacio físico (techos o terrenos) para la instalación del SFV? | X | | | | | |
| 5) | Soporte | | | | | | |
| 5.1 | ¿Se prevén recursos financieros y humanos para evaluar la integración del SFV? | X | | | | | |
| 5.2 | ¿Se cuenta con registros de mantenimiento de los equipos eléctricos? | | | X | | | |
| 5.3 | ¿El personal recibe formación técnica y normativa en energías renovables? | X | | | | | |
| 5.4 | ¿Existen mecanismos de comunicación sobre los beneficios estratégicos del SFV hacia las partes interesadas? | X | | | | | |
| 5.5 | ¿Se contempla capacitación del personal para la futura operación y mantenimiento del SFV? | X | | | | | |
| 6) | Operación | | | | | | |
| 6.1 | ¿La organización controla y gestiona adecuadamente los usos significativos de la energía (SEU)? | | | | | X | |
| 6.2 | ¿Se aplican rutinas básicas de control del consumo (apagar luces, revisar fugas de aire, controlar uso de equipos)? | | | | | X | |
| 6.3 | ¿Se realizan mantenimientos preventivos a los equipos de mayor consumo? | | | | | X | |
| 6.4 | ¿Se han analizado impactos operativos de incorporar un SFV en la planta? | X | | | | | |
| 7) | Evaluación del Desempeño | | | | | | |
| 7.1 | ¿Se da seguimiento mensual al consumo eléctrico? | | | | | X | |
| 7.2 | ¿Se comparan los consumos entre meses para detectar aumentos o ahorros? | | | | | X | |
| 8) | Mejora | | | | | | |
| 8.1 | ¿Se han propuesto acciones para reducir el consumo de energía? | | | | | X | |
| 8.2 | ¿Se ha considerado un plan de eficiencia energética a mediano plazo? | | | | | X | |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

| LISTA DE VERIFICACIÓN DE AUDITORA ISO 50001:2018 | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|--|---|---|---|---|---|---|
| Descripción de la lista de verificación: | Auditar el uso actual de la energía en la empresa e identificar oportunidades de mejora y futura implementación de energías renovables como un Sistema Fotovoltaico. | | | | | | |
| 1) | Introducción | | | | | | |
| 1.1 | ¿Existen registros básicos de facturación eléctrica y se conoce el consumo mensual y anual de energía? | | X | | | | |
| 2) | Contexto de la Organización | | | | | | |
| 2.1 | ¿Se han identificado las partes interesadas que influirán o se verán impactadas por un futuro Sistema Fotovoltaico (SFV) en la Planta? | | | X | | | |
| 2.2 | ¿La revisión energética contempla escenarios de reducción de consumo de la red mediante un SFV? | | | X | | | |
| 2.3 | ¿Se dispone de información sobre costos energéticos de la empresa? | | | | X | | |
| 2.4 | ¿Se han analizado factores internos y externos que puedan afectar la futura implementación del SFV? | | | X | | | |
| 2.5 | ¿Se identifican riesgos y oportunidades vinculados a la futura integración del SFV? | | | X | | | |
| 2.6 | ¿Se cumplen los requisitos legales y normativas aplicables a proyectos fotovoltaicos en el país? | | | | | | X |
| 2.7 | ¿Hay interés de la Gerencia en Proyectos de ahorro energético o energías renovables? | | | | | | X |
| 3) | Liderazgo | | | | | | |
| 3.1 | ¿La alta dirección demuestra compromiso con la evaluación de implementar un SFV como parte de la estrategia energética para optimizar su consumo? | | | X | | | |
| 3.2 | ¿La política energética incorpora objetivos de transición hacia energías renovables? | | | X | | | |
| 3.3 | ¿La alta Gerencia muestra compromiso e interés en reducir costos energéticos? | | | X | | | |
| 3.4 | ¿Se promueven buenas prácticas de ahorro energético en los colaboradores? | X | | X | | | |
| 3.5 | ¿Existe compromiso formal de destinar recursos para evaluar e implementar el SFV? | | | X | | | |
| 4) | Planificación | X | | | | | |
| 4.1 | ¿Se han detectado oportunidades de ahorro en el consumo eléctrico? | | | X | | | |
| 4.2 | ¿Se contempla la posibilidad de implementar un SFV? | | | | | X | |
| 4.3 | ¿Se han considerado riesgos y oportunidades relacionados con la futura instalación del SFV? | | | | X | | |
| 4.4 | ¿La revisión energética incluye escenarios con y sin SFV? | | | | | | X |
| 4.5 | ¿La planta dispone de espacio físico (techos o terrenos) para la instalar el SFV? | | | | | | |
| 5) | Soporte | | | | | | |
| 5.1 | ¿Se prevén recursos financieros y humanos para evaluar la integración del SFV? | | X | | | | |
| 5.2 | ¿Se cuenta con registros de mantenimiento de los equipos eléctricos? | | X | | | | |
| 5.3 | ¿El personal recibe formación técnica y normativa en energías renovables? | | | | X | | |
| 5.4 | ¿Existen mecanismos de comunicación sobre los beneficios estratégicos del SFV hacia las partes interesadas? | | X | | | | |
| 5.5 | ¿Se contempla capacitación del personal para la futura operación y mantenimiento del SFV? | | | | | | |
| 6) | Operación | | | | | | |
| 6.1 | ¿La organización controla y gestiona adecuadamente los usos significativos de la energía (SEU)? | | | X | | | |
| 6.2 | ¿Se aplican rutinas básicas de control del consumo (apagar luces, revisar fugas de aire, controlar uso de equipos)? | | | X | | | |
| 6.3 | ¿Se realizan mantenimientos preventivos a los equipos de mayor consumo? | | | X | | | |
| 6.4 | ¿Se han analizado impactos operativos de incorporar un SFV en la planta? | | | X | | | |
| 7) | Evaluación del Desempeño | | | | | | |
| 7.1 | ¿Se da seguimiento mensual al consumo eléctrico? | | | | | X | |
| 7.2 | ¿Se comparan los consumos entre meses para detectar aumentos o ahorros? | | | | | X | |
| 8) | Mejora | | | | | | |
| 8.1 | ¿Se han propuesto acciones para reducir el consumo de energía? | | | X | | | |
| 8.2 | ¿Se ha considerado un plan de eficiencia energética a mediano plazo? | | | X | | | |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

| LISTA DE VERIFICACIÓN DE AUDITORA ISO 50001:2018 | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|---|---|
| Descripción de la lista de verificación: | Auditad el uso actual de la energía en la empresa e identificar oportunidades de mejora y futura implementación de energías renovables como un Sistema Fotovoltaico. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1) | Introducción | | | | | | |
| 1.1 | ¿Existen registros básicos de facturación eléctrica y se conoce el consumo mensual y anual de energía? | X | | | | | |
| 2) | Contexto de la Organización | | | | | | |
| 2.1 | ¿Se han identificado las partes interesadas que influirán o se verán impactadas por un futuro Sistema Fotovoltaico (SFV) en la Planta? | X | | | | | |
| 2.2 | ¿La revisión energética contempla escenarios de reducción de consumo de la red mediante un SFV? | X | | | | | |
| 2.3 | ¿Se dispone de información sobre costos energéticos de la empresa? | X | | | | | |
| 2.4 | ¿Se han analizado factores internos y externos que puedan afectar la futura implementación del SFV? | X | | | | | |
| 2.5 | ¿Se identifican riesgos y oportunidades vinculados a la futura integración del SFV? | X | | | | | |
| 2.6 | ¿Se cumplen los requisitos legales y normativas aplicables a proyectos fotovoltaicos en el país? | | X | | | | |
| 2.7 | ¿Hay interés de la Gerencia en Proyectos de ahorro energético o energías renovables? | | X | | | | |
| 3) | Liderazgo | | | | | | |
| 3.1 | ¿La alta dirección demuestra compromiso con la evaluación de implementar un SFV como parte de la estrategia energética para optimizar su consumo? | X | | | | | |
| 3.2 | ¿La política energética incorpora objetivos de transición hacia energías renovables? | X | | | | | |
| 3.3 | ¿La alta Gerencia muestra compromiso e interés en reducir costos energéticos? | | X | | | | |
| 3.4 | ¿Se promueven buenas prácticas de ahorro energético en los colaboradores? | X | | | | | |
| 3.5 | ¿Existe compromiso formal de destinar recursos para evaluar e implementar el SFV? | X | | | | | |
| 4) | Planificación | | | | | | |
| 4.1 | ¿Se han detectado oportunidades de ahorro en el consumo eléctrico? | X | | | | | |
| 4.2 | ¿Se contempla la posibilidad de implementar un SFV? | X | | | | | |
| 4.3 | ¿Se han considerado riesgos y oportunidades relacionados con la futura instalación del SFV? | X | | | | | |
| 4.4 | ¿La revisión energética incluye escenarios con y sin SFV? | X | | | | | |
| 4.5 | ¿La planta dispone de espacio físico (techos o terrenos) para la instalar el SFV? | X | | | | | |
| 5) | Soporte | | | | | | |
| 5.1 | ¿Se prevén recursos financieros y humanos para evaluar la integración del SFV? | X | | | | | |
| 5.2 | ¿Se cuenta con registros de mantenimiento de los equipos eléctricos? | X | | | | | |
| 5.3 | ¿El personal recibe formación técnica y normativa en energías renovables? | X | | | | | |
| 5.4 | ¿Existen mecanismos de comunicación sobre los beneficios estratégicos del SFV hacia las partes interesadas? | X | | | | | |
| 5.5 | ¿Se contempla capacitación del personal para la futura operación y mantenimiento del SFV? | | | | | | |
| 6) | Operación | | | | | | |
| 6.1 | ¿La organización controla y gestiona adecuadamente los usos significativos de la energía (SEU)? | | X | | | | |
| 6.2 | ¿Se aplican rutinas básicas de control del consumo (apagar luces, revisar fugas de aire, controlar uso de equipos)? | | | X | | | |
| 6.3 | ¿Se realizan mantenimientos preventivos a los equipos de mayor consumo? | | | X | | | |
| 6.4 | ¿Se han analizado impactos operativos de incorporar un SFV en la planta? | X | | | | | |
| 7) | Evaluación del Desempeño | | | | | | |
| 7.1 | ¿Se da seguimiento mensual al consumo eléctrico? | X | | | | | |
| 7.2 | ¿Se comparan los consumos entre meses para detectar aumentos o ahorros? | X | | | | | |
| 8) | Mejora | | | | | | |
| 8.1 | ¿Se han propuesto acciones para reducir el consumo de energía? | X | | | | | |
| 8.2 | ¿Se ha considerado un plan de eficiencia energética a mediano plazo? | X | | | | | |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

| LISTA DE VERIFICACIÓN DE AUDITORA ISO 50001:2018 | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|---|---|
| Descripción de la lista de verificación: | Auditar el uso actual de la energía en la empresa e identificar oportunidades de mejora y futura implementación de energías renovables como un Sistema Fotovoltaico. | | | | | | |
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1) | Introducción | | | | | | |
| 1.1 | ¿Existen registros básicos de facturación eléctrica y se conoce el consumo mensual y anual de energía? | | | | | | X |
| 2) | Contexto de la Organización | | | | | | |
| 2.1 | ¿Se han identificado las partes interesadas que influirán o se verán impactadas por un futuro Sistema Fotovoltaico (SFV) en la Planta? | X | | | | | |
| 2.2 | ¿La revisión energética contempla escenarios de reducción de consumo de la red mediante un SFV? | X | | | | | |
| 2.3 | ¿Se dispone de información sobre costos energéticos de la empresa? | | | | | | X |
| 2.4 | ¿Se han analizado factores internos y externos que puedan afectar la futura implementación del SFV? | X | | | | | |
| 2.5 | ¿Se identifican riesgos y oportunidades vinculados a la futura integración del SFV? | X | | | | | |
| 2.6 | ¿Se cumplen los requisitos legales y normativas aplicables a proyectos fotovoltaicos en el país? | X | | | | | |
| 2.7 | ¿Hay interés de la Gerencia en Proyectos de ahorro energético o energías renovables? | X | | | | | |
| 3) | Liderazgo | | | | | | |
| 3.1 | ¿La alta dirección demuestra compromiso con la evaluación de implementar un SFV como parte de la estrategia energética para optimizar su consumo? | X | | | | | |
| 3.2 | ¿La política energética incorpora objetivos de transición hacia energías renovables? | X | | | | | |
| 3.3 | ¿La alta Gerencia muestra compromiso e interés en reducir costos energéticos? | | | | | | X |
| 3.4 | ¿Se promueven buenas prácticas de ahorro energético en los colaboradores? | | | | | | X |
| 3.5 | ¿Existe compromiso formal de destinar recursos para evaluar e implementar el SFV? | X | | | | | |
| 4) | Planificación | | | | | | |
| 4.1 | ¿Se han detectado oportunidades de ahorro en el consumo eléctrico? | | | | | | X |
| 4.2 | ¿Se contempla la posibilidad de implementar un SFV? | X | | | | | |
| 4.3 | ¿Se han considerado riesgos y oportunidades relacionados con la futura instalación del SFV? | X | | | | | |
| 4.4 | ¿La revisión energética incluye escenarios con y sin SFV? | X | | | | | |
| 4.5 | ¿La planta dispone de espacio físico (techos o terrenos) para la instalar el SFV? | X | | | | | |
| 5) | Soporte | | | | | | |
| 5.1 | ¿Se prevén recursos financieros y humanos para evaluar la integración del SFV? | X | | | | | |
| 5.2 | ¿Se cuenta con registros de mantenimiento de los equipos eléctricos? | | | | | | X |
| 5.3 | ¿El personal recibe formación técnica y normativa en energías renovables? | X | | | | | |
| 5.4 | ¿Existen mecanismos de comunicación sobre los beneficios estratégicos del SFV hacia las partes interesadas? | X | | | | | |
| 5.5 | ¿Se contempla capacitación del personal para la futura operación y mantenimiento del SFV? | X | | | | | |
| 6) | Operación | | | | | | |
| 6.1 | ¿La organización controla y gestiona adecuadamente los usos significativos de la energía (SEU)? | | | | | | X |
| 6.2 | ¿Se aplican rutinas básicas de control del consumo (apagar luces, revisar fugas de aire, controlar uso de equipos)? | | | | | | X |
| 6.3 | ¿Se realizan mantenimientos preventivos a los equipos de mayor consumo? | | | | | | X |
| 6.4 | ¿Se han analizado impactos operativos de incorporar un SFV en la planta? | X | | | | | |
| 7) | Evaluación del Desempeño | | | | | | |
| 7.1 | ¿Se da seguimiento mensual al consumo eléctrico? | | | | | | X |
| 7.2 | ¿Se comparan los consumos entre meses para detectar aumentos o ahorros? | | | | | | X |
| 8) | Mejora | | | | | | |
| 8.1 | ¿Se han propuesto acciones para reducir el consumo de energía? | | | | | | X |
| 8.2 | ¿Se ha considerado un plan de eficiencia energética a mediano plazo? | | | | | | X |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

| LISTA DE VERIFICACIÓN DE AUDITORA ISO 50001:2018 | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|---|---|
| Descripción de la lista de verificación: | Auditar el uso actual de la energía en la empresa e identificar oportunidades de mejora y futura implementación de energías renovables como un Sistema Fotovoltaico. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1) | Introducción | | | | | | |
| 1.1 | ¿Existen registros básicos de facturación eléctrica y se conoce el consumo mensual y anual de energía? | | | | | | ✓ |
| 2) | Contexto de la Organización | | | | | | |
| 2.1 | ¿Se han identificado las partes interesadas que influirán o se verán impactadas por un futuro Sistema Fotovoltaico (SFV) en la Planta? | | | | ✓ | | |
| 2.2 | ¿La revisión energética contempla escenarios de reducción de consumo de la red mediante un SFV? | | | | | | ✓ |
| 2.3 | ¿Se dispone de información sobre costos energéticos de la empresa? | | | | | | ✓ |
| 2.4 | ¿Se han analizado factores internos y externos que puedan afectar la futura implementación del SFV? | | | | | | ✓ |
| 2.5 | ¿Se identifican riesgos y oportunidades vinculados a la futura integración del SFV? | | | | | | ✓ |
| 2.6 | ¿Se cumplen los requisitos legales y normativas aplicables a proyectos fotovoltaicos en el país? | | | | | | ✓ |
| 2.7 | ¿Hay interés de la Gerencia en Proyectos de ahorro energético o energías renovables? | | | | | | ✓ |
| 3) | Liderazgo | | | | | | |
| 3.1 | ¿La alta dirección demuestra compromiso con la evaluación de implementar un SFV como parte de la estrategia energética para optimizar su consumo? | | | | | | ✓ |
| 3.2 | ¿La política energética incorpora objetivos de transición hacia energías renovables? | | | | | | ✓ |
| 3.3 | ¿La alta Gerencia muestra compromiso e interés en reducir costos energéticos? | | | | | | ✓ |
| 3.4 | ¿Se promueven buenas prácticas de ahorro energético en los colaboradores? | | | | | | ✓ |
| 3.5 | ¿Existe compromiso formal de destinar recursos para evaluar e implementar el SFV? | | | | | | ✓ |
| 4) | Planificación | | | | | | |
| 4.1 | ¿Se han detectado oportunidades de ahorro en el consumo eléctrico? | | | | | | ✓ |
| 4.2 | ¿Se contempla la posibilidad de implementar un SFV? | | | | | | ✓ |
| 4.3 | ¿Se han considerado riesgos y oportunidades relacionados con la futura instalación del SFV? | | | | | | ✓ |
| 4.4 | ¿La revisión energética incluye escenarios con y sin SFV? | | | | | | ✓ |
| 4.5 | ¿La planta dispone de espacio físico (techos o terrenos) para la instalar el SFV? | | | | | | ✓ |
| 5) | Soporte | | | | | | |
| 5.1 | ¿Se prevén recursos financieros y humanos para evaluar la integración del SFV? | | | | | | ✓ |
| 5.2 | ¿Se cuenta con registros de mantenimiento de los equipos eléctricos? | | | | | | ✓ |
| 5.3 | ¿El personal recibe formación técnica y normativa en energías renovables? | | | | | | ✓ |
| 5.4 | ¿Existen mecanismos de comunicación sobre los beneficios estratégicos del SFV hacia las partes interesadas? | | | | | | ✓ |
| 5.5 | ¿Se contempla capacitación del personal para la futura operación y mantenimiento del SFV? | | | | | | ✓ |
| 6) | Operación | | | | | | |
| 6.1 | ¿La organización controla y gestiona adecuadamente los usos significativos de la energía (SEU)? | | | | | | ✓ |
| 6.2 | ¿Se aplican rutinas básicas de control del consumo (apagar luces, revisar fugas de aire, controlar uso de equipos)? | | | | | | ✓ |
| 6.3 | ¿Se realizan mantenimientos preventivos a los equipos de mayor consumo? | | | | | | ✓ |
| 6.4 | ¿Se han analizado impactos operativos de incorporar un SFV en la planta? | | | | | | ✓ |
| 7) | Evaluación del Desempeño | | | | | | |
| 7.1 | ¿Se da seguimiento mensual al consumo eléctrico? | | | | | | ✓ |
| 7.2 | ¿Se comparan los consumos entre meses para detectar aumentos o ahorros? | | | | | | ✓ |
| 8) | Mejora | | | | | | |
| 8.1 | ¿Se han propuesto acciones para reducir el consumo de energía? | | | | | | ✓ |
| 8.2 | ¿Se ha considerado un plan de eficiencia energética a mediano plazo? | | | | | | ✓ |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

| LISTA DE VERIFICACIÓN DE AUDITORA ISO 50001:2018 | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|---|---|
| Descripción de la lista de verificación: | Auditar el uso actual de la energía en la empresa e identificar oportunidades de mejora y futura implementación de energías renovables como un Sistema Fotovoltaico. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1) | Introducción | | | | | | |
| 1.1 | ¿Existen registros básicos de facturación eléctrica y se conoce el consumo mensual y anual de energía? | | ✓ | | | | |
| 2) | Contexto de la Organización | | ✓ | | | | |
| 2.1 | ¿Se han identificado las partes interesadas que influirán o se verán impactadas por un futuro Sistema Fotovoltaico (SFV) en la Planta? | | | | | | |
| 2.2 | ¿La revisión energética contempla escenarios de reducción de consumo de la red mediante un SFV? | | ✓ | | | | |
| 2.3 | ¿Se dispone de información sobre costos energéticos de la empresa? | | | | | | |
| 2.4 | ¿Se han analizado factores internos y externos que puedan afectar la futura implementación del SFV? | | ✓ | | | | |
| 2.5 | ¿Se identifican riesgos y oportunidades vinculados a la futura integración del SFV? | | | ✓ | | | |
| 2.6 | ¿Se cumplen los requisitos legales y normativas aplicables a proyectos fotovoltaicos en el país? | | ✓ | | | | |
| 2.7 | ¿Hay interés de la Gerencia en Proyectos de ahorro energético o energías renovables? | | ✓ | | | | |
| 3) | Liderazgo | | ✓ | | | | |
| 3.1 | ¿La alta dirección demuestra compromiso con la evaluación de implementar un SFV como parte de la estrategia energética para optimizar su consumo? | | | ✓ | | | |
| 3.2 | ¿La política energética incorpora objetivos de transición hacia energías renovables? | | | ✓ | | | |
| 3.3 | ¿La alta Gerencia muestra compromiso e interés en reducir costos energéticos? | | | ✓ | | | |
| 3.4 | ¿Se promueven buenas prácticas de ahorro energético en los colaboradores? | | | ✓ | | | |
| 3.5 | ¿Existe compromiso formal de destinar recursos para evaluar e implementar el SFV? | | | ✓ | | | |
| 4) | Planificación | | | | | | |
| 4.1 | ¿Se han detectado oportunidades de ahorro en el consumo eléctrico? | | | ✓ | | | |
| 4.2 | ¿Se contempla la posibilidad de implementar un SFV? | | | ✓ | | | |
| 4.3 | ¿Se han considerado riesgos y oportunidades relacionados con la futura instalación del SFV? | | | ✓ | | | |
| 4.4 | ¿La revisión energética incluye escenarios con y sin SFV? | | | ✓ | | | |
| 4.5 | ¿La planta dispone de espacio físico (techos o terrenos) para la instalar el SFV? | | ✓ | | | | |
| 5) | Soporte | | | | | | |
| 5.1 | ¿Se prevén recursos financieros y humanos para evaluar la integración del SFV? | | | ✓ | | | |
| 5.2 | ¿Se cuenta con registros de mantenimiento de los equipos eléctricos? | | | ✓ | | | |
| 5.3 | ¿El personal recibe formación técnica y normativa en energías renovables? | | | ✓ | | | |
| 5.4 | ¿Existen mecanismos de comunicación sobre los beneficios estratégicos del SFV hacia las partes interesadas? | | ✓ | | | | |
| 5.5 | ¿Se contempla capacitación del personal para la futura operación y mantenimiento del SFV? | | ✓ | | | | |
| 6) | Operación | | ✓ | | | | |
| 6.1 | ¿La organización controla y gestiona adecuadamente los usos significativos de la energía (SEU)? | | ✓ | | | | |
| 6.2 | ¿Se aplican rutinas básicas de control del consumo (apagar luces, revisar fugas de aire, controlar uso de equipos)? | | ✓ | | | | |
| 6.3 | ¿Se realizan mantenimientos preventivos a los equipos de mayor consumo? | | | ✓ | | | |
| 6.4 | ¿Se han analizado impactos operativos de incorporar un SFV en la planta? | | | ✓ | | | |
| 7) | Evaluación del Desempeño | | | | | | |
| 7.1 | ¿Se da seguimiento mensual al consumo eléctrico? | | | ✓ | | | |
| 7.2 | ¿Se comparan los consumos entre meses para detectar aumentos o ahorros? | | | ✓ | | | |
| 8) | Mejora | | ✓ | | | | |
| 8.1 | ¿Se han propuesto acciones para reducir el consumo de energía? | | | ✓ | | | |
| 8.2 | ¿Se ha considerado un plan de eficiencia energética a mediano plazo? | | ✓ | | | | |

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

| LISTA DE VERIFICACIÓN DE AUDITORA ISO 50001:2018 | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|
| Descripción de la lista de verificación: | Auditó el uso actual de la energía en la empresa e identificar oportunidades de mejora y futura implementación de energías renovables como un Sistema Fotovoltaico. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1) | Introducción | | | | | | |
| 1.1 | ¿Existen registros básicos de facturación eléctrica y se conoce el consumo mensual y anual de energía? | ✓ | | | | | |
| 2) | Contexto de la Organización | ✓ | | | | | |
| 2.1 | ¿Se han identificado las partes interesadas que influirán o se verán impactadas por un futuro Sistema Fotovoltaico (SFV) en la Planta? | ✓ | | | | | |
| 2.2 | ¿La revisión energética contempla escenarios de reducción de consumo de la red mediante un SFV? | | ✓ | | | | |
| 2.3 | ¿Se dispone de información sobre costos energéticos de la empresa? | | ✓ | | | | |
| 2.4 | ¿Se han analizado factores internos y externos que puedan afectar la futura implementación del SFV? | | ✓ | | | | |
| 2.5 | ¿Se identifican riesgos y oportunidades vinculados a la futura integración del SFV? | ✓ | | | | | |
| 2.6 | ¿Se cumplen los requisitos legales y normativas aplicables a proyectos fotovoltaicos en el país? | ✓ | | | | | |
| 2.7 | ¿Hay interés de la Gerencia en Proyectos de ahorro energético o energías renovables? | ✓ | | | | | |
| 3) | Liderazgo | ✓ | | | | | |
| 3.1 | ¿La alta dirección demuestra compromiso con la evaluación de implementar un SFV como parte de la estrategia energética para optimizar su consumo? | | ✓ | | | | |
| 3.2 | ¿La política energética incorpora objetivos de transición hacia energías renovables? | ✓ | | | | | |
| 3.3 | ¿La alta Gerencia muestra compromiso e interés en reducir costos energéticos? | ✓ | | | | | |
| 3.4 | ¿Se promueven buenas prácticas de ahorro energético en los colaboradores? | ✓ | | | | | |
| 3.5 | ¿Existe compromiso formal de destinar recursos para evaluar e implementar el SFV? | | ✓ | | | | |
| 4) | Planificación | | ✓ | | | | |
| 4.1 | ¿Se han detectado oportunidades de ahorro en el consumo eléctrico? | | ✓ | | | | |
| 4.2 | ¿Se contempla la posibilidad de implementar un SFV? | | ✓ | | | | |
| 4.3 | ¿Se han considerado riesgos y oportunidades relacionados con la futura instalación del SFV? | | ✓ | | | | |
| 4.4 | ¿La revisión energética incluye escenarios con y sin SFV? | | ✓ | | | | |
| 4.5 | ¿La planta dispone de espacio físico (techos o terrenos) para la instalar el SFV? | ✓ | | | | | |
| 5) | Soporte | ✓ | | | | | |
| 5.1 | ¿Se prevén recursos financieros y humanos para evaluar la integración del SFV? | ✓ | | | | | |
| 5.2 | ¿Se cuenta con registros de mantenimiento de los equipos eléctricos? | ✓ | ✓ | | | | |
| 5.3 | ¿El personal recibe formación técnica y normativa en energías renovables? | | ✓ | | | | |
| 5.4 | ¿Existen mecanismos de comunicación sobre los beneficios estratégicos del SFV hacia las partes interesadas? | | ✓ | | | | |
| 5.5 | ¿Se contempla capacitación del personal para la futura operación y mantenimiento del SFV? | | ✓ | | | | |
| 6) | Operación | | ✓ | | | | |
| 6.1 | ¿La organización controla y gestiona adecuadamente los usos significativos de la energía (SEU)? | | ✓ | | | | |
| 6.2 | ¿Se aplican rutinas básicas de control del consumo (apagar luces, revisar fuga de aire, controlar uso de equipos)? | | ✓ | | | | |
| 6.3 | ¿Se realizan mantenimientos preventivos a los equipos de mayor consumo? | | ✓ | | | | |
| 6.4 | ¿Se han analizado impactos operativos de incorporar un SFV en la planta? | | ✓ | | | | |
| 7) | Evaluación del Desempeño | | ✓ | | | | |
| 7.1 | ¿Se da seguimiento mensual al consumo eléctrico? | ✓ | ✓ | | | | |
| 7.2 | ¿Se comparan los consumos entre meses para detectar aumentos o ahorros? | | ✓ | | | | |
| 8) | Mejora | | ✓ | | | | |
| 8.1 | ¿Se han propuesto acciones para reducir el consumo de energía? | ✓ | ✓ | | | | |
| 8.2 | ¿Se ha considerado un plan de eficiencia energética a mediano plazo? | ✓ | ✓ | | | | |

Fuente: Elaboración de autores.

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Anexo 4 Visita de Campo

Figura 48
Visita de Campo



OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Anexo 5 Cronograma de actividades del Proyecto

Figura 49
Cronograma de Actividades

| Capítulo | Actividades | Juli o | Agosto | | | | | Septiembre | | | |
|-----------|--|-----------|--------|----|----|----|----|------------|----|----|----|
| | | 27 | 3 | 10 | 17 | 24 | 31 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| I | Reunión para sugerencias de tema | | | | | | | | | | |
| | Selección de tema | | | | | | | | | | |
| | Definición de objetivos | | | | | | | | | | |
| | Revisión de objetivos | | | | | | | | | | |
| | Desarrollo del capítulo | | | | | | | | | | |
| II | Desarrollo de marcos teórico | | | | | | | | | | |
| | Revisión de capítulo | | | | | | | | | | |
| III | Desarrollo de capítulo y especificaciones | | | | | | | | | | |
| | Definir tipo de proyecto | | | | | | | | | | |
| | Métodos de estudios y herramientas | | | | | | | | | | |
| IV | Macro y micro localización | | | | | | | | | | |
| | Diagnóstico Situacional: Infraestructura Eléctrica de la Planta 4 Yazaki | | | | | | | | | | |
| | El análisis de la situación interna y externa de yazaki | | | | | | | | | | |
| V | Estudios de ingenierías | | | | | | | | | | |
| | Obtención de Consumo energético e Histórico | | | | | | | | | | |
| | Cálculos de Proyección de consumo de energía | | | | | | | | | | |
| | Medición de Consumo de quipos críticos | | | | | | | | | | |
| VI | Análisis de resultado | | | | | | | | | | |
| VII, VIII | Conclusiones | | | | | | | | | | |
| | Anexos | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración de Autores

Anexo 6 Entrevista

ENTREVISTA

Optimización del Consumo Energético en Yazaki Planta 4 mediante Energía Fotovoltaica bajo ISO 50001.

Tema I: Contexto y Desempeño Energético Actual

1. ¿Cuál considera que es el principal desafío operativo que enfrenta la planta en relación con los costos energéticos?

2. ¿El consumo energético está siendo monitoreado o gestionado con metas específicas desde la gerencia? ¿Con qué frecuencia se revisan estos datos?

3. ¿Qué áreas o equipos se identifican como los principales consumidores de energía? ¿Cómo afecta esto al rendimiento operativo?

4. ¿Qué impacto proyecta el aumento del costo por kWh en el presupuesto anual de la planta?

Tema II: Gestión de la Energía y Norma ISO 50001

1. ¿La planta cuenta actualmente con un Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) formalizado o en proceso de implementación?

2. ¿Qué nivel de conocimiento o interés existe en la gerencia sobre la norma ISO 50001 como herramienta de mejora continua?

3. ¿Considera que un SGEn facilitaría la identificación y control de los Usos Significativos de Energía?

4. ¿Existe personal o equipo dedicado exclusivamente a la eficiencia energética y al seguimiento de indicadores de desempeño energético (IDEn)?

OPTIMIZACION DEL CONSUMO ENERGETICO EN YAZAKI PLANTA 4 DE LA CIUDAD DE LEÓN, MEDIANTE LA INTEGRACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA BAJO EL ENFOQUE DE LA NORMA ISO 50001.

Tema III: Viabilidad y Adopción de Energía Fotovoltaica

1. ¿Cuál es la postura actual de la empresa respecto a invertir en tecnologías renovables como la energía solar fotovoltaica?

2. Si se demuestra una Tasa Interna de Retorno favorable y un Período de Recuperación de la Inversión atractivo, ¿sería viable destinar recursos para este proyecto?

3. ¿Cómo impactaría la reducción de la demanda pico en el balance financiero de la planta, más allá del ahorro en kWh?
