

**Diseño de un mecanismo de medición sobre el consumo energético en los equipos y
procesos de producción de la empresa Itacol de Occidente**

Jorge Orlando Pérez Rodríguez

Asesor

Gabriel Jaime Rivera León

Mg. Ingeniería Administrativa

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela De Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería Ecbti

Ingeniería Industrial

2024

Resumen

Este trabajo de grado aborda la urgencia de mejorar la eficiencia energética en la industria colombiana, enfocándose en la empresa Itacol de Occidente, productora de alimentos concentrados. La falta de políticas específicas en Colombia resalta la necesidad de abordar este problema a nivel organizacional. La investigación propone diseñar un mecanismo eficiente para medir el consumo energético en Itacol de Occidente, buscando contribuir a la eficiencia y establecer bases para prácticas más sostenibles. La revisión de literatura destaca la importancia global de la eficiencia energética en la competitividad, costos operativos y responsabilidad ambiental. La metodología incluyó la investigación detallada de maquinaria, capacidad energética y consumo, con matrices y diagramas de Pareto para identificar áreas de optimización. La eficiencia energética se presenta como crucial para la competitividad y sostenibilidad, reduciendo impactos ambientales y costos operativos. Resultados del análisis entre septiembre y noviembre resaltan la eficiencia en noviembre, con menor consumo por tonelada producida. La conclusión destaca la importancia de la eficiencia energética no solo económicamente, sino también en el contexto global del cambio climático.

Palabras claves: Eficiencia energética, industria colombiana, sostenibilidad empresarial, consumo energético, cambio climático

Abstract

This thesis addresses the urgent need to improve energy efficiency in the Colombian industry, focusing on Itacol de Occidente, a producer of concentrated foods. The lack of specific policies in Colombia underscores the necessity to address this issue at the organizational level. The research proposes designing an efficient mechanism to measure energy consumption at Itacol de Occidente, aiming to contribute to efficiency and establish foundations for more sustainable practices. The literature review emphasizes the global importance of energy efficiency in competitiveness, operational costs, and environmental responsibility. The methodology involved detailed research on machinery, energy capacity, and consumption at Itacol de Occidente, using matrices and Pareto diagrams to identify optimization areas. Energy efficiency is presented as crucial for competitiveness and sustainability, reducing environmental impacts and operational costs. Results from the analysis between September and November highlight efficiency in November, with lower consumption per ton produced. The conclusion underscores the importance of energy efficiency not only economically but also in the global context of climate change.

Keywords: *Energy efficiency, Colombian industry, corporate sustainability, energy consumption, climate change*

Tabla de contenido

Introducción.....	9
Planteamiento del problema	13
Pregunta de investigación	15
Justificación	16
Objetivos.....	18
Objetivo general.....	18
Objetivos específicos	18
Marco teórico.....	19
La eficiencia energética	19
Factores de la eficiencia energética.....	20
Importancia de la eficiencia energética.....	21
Importancia de la eficiencia energética en las empresas.....	23
Gestión de la energía en las empresas	25
Normativa asociada a las eficiencias energéticas en las empresas.....	31
Caracterización de procesos	35
Diagrama de causa y efecto.....	37
Diagnóstico de la empresa.....	39
Italcol Planta Girardota.....	39
Misión.....	39

Visión	40
Proceso de producción	40
Inventario de carga de los equipos energéticos de la empresa.....	49
Diseño de matriz energética	58
Clasificación de los procesos según el consumo de energía y evaluación del consumo energético.....	61
Matriz de oportunidades de eficiencia energética, propuestas e implementación.....	67
Resultados.....	72
Conclusiones y recomendaciones.....	74
Referencias bibliográficas	79

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Estrategias empresariales para la eficiencia energética</i>	23
Figura 2 <i>Información generada de un sistema de medición de EE</i>	28
Figura 3 <i>Unidades de medidas eléctricas</i>	28
Figura 4 <i>Espina de pescado</i>	38
Figura 5 <i>Empresa Itacol</i>	39
Figura 6 <i>Recibo de materias primas importadas y nacionales</i>	40
Figura 7 <i>Pesaje en bascula camionera de materias primas</i>	41
Figura 8 <i>Recibo de materia prima a granel</i>	42
Figura 9 <i>Dosificación y pesaje de materias primas</i>	43
Figura 10 <i>Proceso de Molienda</i>	44
Figura 11 <i>Proceso de mezcla</i>	45
Figura 12 <i>Proceso de Peletizado</i>	47
Figura 13 <i>Proceso de empaque</i>	47
Figura 14 <i>Proceso de extrusión</i>	48
Figura 15 <i>Inventario Proceso de Dosificación de la balanza 1</i>	49
Figura 16 <i>Diagrama de Pareto para dosificación balanza</i>	49
Figura 17 <i>Equipo y medición para molienda</i>	50
Figura 18 <i>Diagrama de Pareto para molienda</i>	50
Figura 19 <i>Equipo y medición para dosificación de mezcla</i>	51
Figura 20 <i>Diagrama de Pareto para mezcla</i>	52
Figura 21 <i>Equipo y medición para peletizado</i>	53
Figura 22 <i>Diagrama de Pareto para peletizado</i>	53
Figura 23 <i>Equipo y medición para postengrase</i>	54

Figura 24 <i>Diagrama de Pareto para postengrase</i>	54
Figura 25 <i>Equipo y medición para enmelazadora</i>	55
Figura 26 <i>Diagrama de Pareto para enmelazadora</i>	55
Figura 27 <i>Equipo y medición para extruder</i>	56
Figura 28 <i>Diagrama de Pareto para extruder</i>	56
Figura 29 <i>Equipo y medición para ensacadora</i>	57
Figura 30 <i>Diagrama de Pareto para ensacadora</i>	57
Figura 31 <i>Diagrama de Pareto para toda la planta</i>	58
Figura 32 <i>Uso significativo de la energía</i>	59
Figura 33 <i>Datos de área consumidora de energía por mes</i>	60
Figura 34 <i>Análisis energético mes de septiembre</i>	61
Figura 35 <i>Graficas análisis energético mes de septiembre</i>	62
Figura 36 <i>Análisis energético para el mes de octubre</i>	63
Figura 37 <i>Gráficas análisis energético para el mes de octubre</i>	64
Figura 38 <i>Análisis energético para el mes de noviembre</i>	65
Figura 39 <i>Grafica Análisis energético para el mes de noviembre</i>	65

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Matriz de oportunidades</i>	58
Tabla 2 <i>Calificación y evaluación de la oportunidad</i>	70

Introducción

En medio de la creciente conciencia global sobre la eficiencia energética y la sostenibilidad, la industria colombiana se encuentra ante desafíos cruciales para optimizar el uso de sus recursos energéticos. Este trabajo de grado se sumerge en este complejo panorama, centrándose específicamente en la empresa Itacol de Occidente, una destacada entidad dedicada a la producción de alimentos concentrados. La relevancia de este enfoque es innegable dada la disparidad evidente entre los estándares de eficiencia energética observados en las organizaciones colombianas y las normativas internacionales, lo que tiene repercusiones no solo en términos económicos, sino también en aspectos sociales y ambientales.

En ausencia de políticas específicas que regulen y fomenten la eficiencia energética en Colombia, como lo demuestran los estudios de Peláez y Jiménez (2018) y Salazar et al. (2018), se pone de manifiesto la urgencia de abordar esta problemática a nivel organizacional. La carencia de un marco regulatorio específico ha conducido a la gestión ineficiente de los recursos energéticos, generando costos significativos que podrían ser mitigados con medidas apropiadas.

Por ende, la presente investigación se propone diseñar un mecanismo de medición eficiente y específico para evaluar el consumo energético en los equipos y procesos de producción de Itacol de Occidente. Al abordar esta problemática a nivel microorganizacional, se aspira a contribuir no solo a la mejora de la eficiencia energética de la empresa en estudio, sino también a establecer las bases para prácticas más sostenibles en la industria colombiana.

A través de la revisión de literatura, exploramos las teorías y estudios existentes sobre la eficiencia energética, subrayando la importancia de este enfoque en la

competitividad, los costos operativos y la responsabilidad ambiental de las organizaciones. La iniciativa de esta investigación se alinea con las preocupaciones globales sobre el cambio climático y la sostenibilidad, proponiendo una solución específica que no solo sea aplicable a Itacol de Occidente, sino que también pueda inspirar prácticas similares en otras empresas colombianas y, potencialmente, en regiones emergentes del mundo.

El desarrollo de este mecanismo de medición no solo constituye una herramienta para la toma de decisiones internas de la empresa, sino que también se posiciona como una contribución activa a la mitigación de impactos ambientales negativos asociados con la producción y el consumo excesivo de energía. A medida que nos sumergimos en la investigación, buscamos no solo identificar las áreas de mejora en Itacol de Occidente, sino también sentar un precedente para una transformación más amplia hacia prácticas empresariales más sostenibles en Colombia.

La búsqueda de soluciones efectivas para mejorar la eficiencia energética no solo es esencial desde una perspectiva económica, sino que también adquiere una dimensión crítica en el contexto global de cambio climático y escasez de recursos. El sector industrial, como protagonista clave de la economía colombiana, enfrenta la tarea ineludible de equilibrar la demanda creciente de producción con la responsabilidad ambiental. En este contexto, la eficiencia energética se revela como un componente vital para el desarrollo sostenible, abordando no solo la rentabilidad empresarial sino también los impactos medioambientales y sociales derivados de la producción y el consumo desmedido de energía.

La falta de regulaciones específicas en Colombia, a diferencia de algunas tendencias internacionales, destaca la urgencia de impulsar medidas internas en las empresas para mejorar su eficiencia energética. El estudio de Portillo et al. (2020) subraya la importancia de un enfoque metodológico integral en la gestión de la energía empresarial para lograr

mejoras sostenibles. Es en este contexto que se sitúa la empresa Itacol de Occidente, un actor clave en la producción de alimentos concentrados. La identificación de áreas específicas de mejora en su gestión energética no solo puede tener un impacto positivo a nivel interno, sino que también puede sentar un precedente para otras industrias en el país.

El presente trabajo se plantea como un esfuerzo significativo para llenar el vacío existente en la implementación de medidas concretas de eficiencia energética en la industria colombiana, centrando su atención en la aplicación práctica en Itacol de Occidente. A través de un diseño meticuloso de un mecanismo de medición específico y eficiente, se pretende proporcionar a la empresa las herramientas necesarias para evaluar y mejorar sus procesos de producción desde una perspectiva energética.

La revisión de literatura, además de resaltar la falta de regulaciones nacionales específicas, enfatiza la necesidad de adoptar un enfoque holístico que integre tecnologías innovadoras y mejores prácticas operativas. La eficiencia energética no solo es un imperativo económico, sino también una oportunidad estratégica para que las empresas colombianas se posicionen como líderes responsables en el contexto global, respondiendo a la creciente demanda de prácticas comerciales sostenibles.

El contexto global actual exige un replanteamiento crítico de las prácticas empresariales, donde la eficiencia energética emerge como un elemento clave en la construcción de un futuro sostenible. Las empresas, en su papel de agentes transformadores, tienen la responsabilidad de liderar el camino hacia modelos de producción y consumo más sostenibles. En este escenario, la empresa Itacol de Occidente se convierte en un punto focal para el análisis y la acción, siendo representativa de la realidad empresarial colombiana y su relación con la eficiencia energética.

Este trabajo no solo se limita a proponer un mecanismo de medición eficiente para evaluar el consumo energético en Itacol de Occidente, sino que aspira a inyectar un nuevo enfoque en la cultura empresarial colombiana. La implementación exitosa de este mecanismo no solo generará beneficios internos inmediatos para la empresa en estudio, sino que también sentará las bases para un cambio más amplio en la percepción y práctica de la eficiencia energética en el tejido empresarial colombiano.

La relevancia de esta investigación se expande más allá de los límites de una sola empresa. A medida que Colombia se consolida como una economía emergente, las prácticas adoptadas por sus empresas influirán directamente en su posición en la arena internacional. La eficiencia energética se convierte, por lo tanto, en una estrategia no solo para reducir costos y mejorar la competitividad, sino también para posicionar a las empresas colombianas como líderes responsables y sostenibles. Este trabajo representa un paso crucial hacia la construcción de un modelo empresarial más alineado con los desafíos y oportunidades del siglo XXI. La aplicación de un mecanismo de medición específico y eficiente en Itacol de Occidente no solo contribuirá a la mejora de su eficiencia energética, sino que también marcará un hito en el camino hacia prácticas empresariales más sostenibles y responsables en Colombia. A medida que avanzamos en la investigación y desarrollo de soluciones concretas, se espera que este trabajo no solo inspire cambios internos en Itacol de Occidente, sino que también catalice una transformación más amplia en la mentalidad y acciones de las empresas colombianas hacia la eficiencia energética y la sostenibilidad.

Planteamiento del problema

Dentro de las grandes organizaciones colombianas, se ha demostrado que los indicadores del uso eficiente de energía son los más bajos a nivel mundial, situación que desfavorece al país en general en aspectos sociales, políticos y especialmente económicos. De acuerdo con Peláez y Jiménez (2018), la falta de aprovechamiento energético y el uso inadecuado del mismo, le genera al país exorbitantes sumas de dinero que se pueden reducir si se toman medidas al respecto. La industria juega un papel muy importante en la optimización de los recursos energéticos, de manera que si bien son ellas quienes mueven la economía mundial, es importante identificar si la energía consumida es aprovechada en su totalidad o si se puede ejecutar el mismo proceso de producción con menos energía de la consumida.

Siguiendo el mismo orden de ideas, Salazar et al (2018), expone que no existe hasta la fecha ninguna política colombiana que exija a las diferentes organizaciones o empresas reducir el consumo energético; no obstante, estudiando el panorama mundial y la alta preocupación por el deterioro de la capa de ozono y el calentamiento global, se evidencia que algunos países están implementando un reglamento o incentivos que incitan a las compañías a establecer medidas para la reducción y control de los recursos energéticos utilizados en su producción; para lograr esto, es indiscutible establecer políticas y lineamientos internos que apoyen los procesos de eficiencia energética.

Por su parte, Portillo et al. (2020), infieren en que, en la ejecución de un sistema o mecanismo de gestión integral de energía en una empresa, facilita la mejora continua de la eficiencia energética con un enfoque metódico. Haciendo un zoom en Colombia, especialmente en la ciudad de Medellín, se encuentra la empresa Itacol de Occidente, dedicada a la producción de alimentos concentrados, venta de materias primas y

preparación de premezclas, en la cual se ha demostrado que la energía eléctrica es uno de los indicadores más altos que se tienen por cada tonelada de alimento producida, el consumo estándar es de 23,5 kwh/ton y realmente el promedio está en 28.5 Kwh/ton; actualmente la empresa realiza el proceso de medición, cuyos cálculos son de carácter global para toda la organización, sin una discriminación detallada por áreas, siendo esto significativo, de manera que, una industria debe razonar las variaciones del precio de energía eléctrica cada mes y cómo este afecta los costos totales de producción.

De esta manera es crucial reconocer que la eficiencia energética no solo tiene implicaciones económicas, sino también ambientales y sociales. La adopción de prácticas más sostenibles en el uso de la energía no solo reduce los costos operativos de las empresas, sino que también contribuye a la mitigación de impactos ambientales negativos asociados con la producción y el consumo excesivo de energía. Además, al mejorar la eficiencia energética, las organizaciones pueden posicionarse como líderes responsables en la comunidad empresarial, respondiendo a la creciente demanda de prácticas comerciales sostenibles y generando un impacto positivo en la percepción de los consumidores y las partes interesadas.

En este contexto, es imperativo que las empresas adopten un enfoque holístico que integre tecnologías innovadoras, mejores prácticas operativas y medidas de gestión proactivas para optimizar el uso de la energía. La implementación exitosa de un mecanismo de medición más preciso y específico, como se propone, no solo permitirá una identificación más clara de los puntos de consumo energético, sino que también facilitará la elaboración de estrategias personalizadas para cada área de la organización. Este enfoque detallado no solo maximizará el impacto de las iniciativas de eficiencia energética, sino que también sentará las bases para una transformación más amplia hacia prácticas empresariales

más sostenibles, alineando a las empresas colombianas con estándares internacionales y promoviendo un desarrollo económico más equitativo y sostenible. Por tal razón se plantea la necesidad de diseñar un mecanismo de medición más exacto por cada proceso, identificando las causas y desarrollando estrategias o proyectos que ayuden a reducir los consumos energéticos.

Pregunta de investigación

¿Cómo diseñar y poner en práctica un mecanismo de medición eficiente y específico para evaluar el consumo energético en los equipos y procesos de producción de la empresa Itacol de Occidente?

Justificación

En la industria manufacturera, la eficiencia y la productividad son aspectos claves para el éxito de toda empresa, los indicadores de eficiencia son herramientas que permiten medir el rendimiento de la maquinaria vs los consumos de energía eléctrica, los equipos y los procesos de producción, estos indicadores se utilizan para evaluar la eficiencia de la empresa e identificar áreas de mejora. García et al (2019), parten de la idea de que, a través de un método de medición y medidas correctivas, se puede generar un aumento de la eficiencia energética, donde redunde una menor factura eléctrica y por lo consiguiente, un ahorro económico a nivel organizacional. Contar con energía suficiente y asequible, así como saber utilizarla, les permite a las empresas optimizar la productividad y competitividad, aunado al confort y el compromiso de sus trabajadores, Guacaneme y Pardo (2016).

Realizando un recorrido por las diferentes teorías y estudios existentes sobre el tema en discusión, se tiene que, Correa et al (2014) presentan un procedimiento estructurado por varias etapas y pasos para comparar los consumos de energía proyectados y el que realmente se consume por mes, destacándose el uso de la regresión lineal al momento de realizar la debida comparación; por su parte, Carrillo (2014) toma la iniciativa de realizar un trabajo exploratorio sobre la implementación de programas de eficiencia energética aplicable a siete empresas dedicadas a la producción alimenticia, en el que llega a la conclusión de que si bien se obtienen beneficios con la disminución de CO₂, el éxito de los programas energéticos dependerá principalmente de la decisión de realizar inversiones y en la eficacia de las prácticas administrativas.

En el caso colombiano, al ser catalogado este país por poseer una economía emergente, el sector industrial se puede ver afectado por la carencia de algunos recursos

para el control y la reducción del consumo energético, como lo son el capital financiero y el acceso a la tecnología. Además, este proyecto alinea sus objetivos con las preocupaciones globales en torno al cambio climático y la sostenibilidad. En un panorama mundial donde la eficiencia energética se considera esencial para mitigar el impacto ambiental negativo, el diseño y la implementación de estrategias específicas en empresas como Itacol de Occidente pueden contribuir de manera significativa a la reducción de la huella de carbono y al uso más responsable de los recursos naturales. De esta manera, la investigación propuesta no solo tiene implicaciones a nivel organizacional, sino que también puede ser parte de un esfuerzo más amplio para fomentar prácticas empresariales sostenibles en Colombia y, potencialmente, inspirar iniciativas similares en otras regiones emergentes del mundo.

Es por tal motivo, que nacen iniciativas como este proyecto, que buscan solucionar o brindar herramientas a las pequeñas y medianas empresas para poder conocer y analizar el estado actual de su consumo energético, así como detectar falencias o gestiones de mejora con el fin de ser más eficientes con el uso de la energía, generando un impacto ambiental a nivel nacional y porque no, mundial. Para la empresa objeto de estudio, resulta importante llevar a cabo este proyecto debido a que el consumo energético representa uno de los indicadores que más requieren un monitoreo constante en cada uno de los procesos y de esa manera reducir sus gastos.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar de un mecanismo de medición sobre el consumo energético en los equipos y procesos de producción de la empresa Itacol de Occidente.

Objetivos específicos

1. Diseñar una matriz para el registro de datos sobre equipos usados en el área de producción de la empresa y el consumo energético teórico y real de estos.
2. Caracterizar los procesos según el consumo energético de sus equipos y los nudos críticos influyentes en la baja eficiencia energética.
3. Identificar las causas y efectos de la baja eficiencia energética en los procesos críticos.
4. Diseñar un mecanismo de monitoreo en el consumo energético de los procesos del área de producción e identificar causas y efectos del bajo rendimiento energético cuando se presenten, contando con un plan de acción que permita realizar los ajustes necesarios para garantizar la eficiencia energética de dichos procesos.

Marco teórico

La eficiencia energética

La eficiencia energética es un concepto fundamental en el ámbito de la sostenibilidad y la gestión de recursos. Se refiere a la capacidad de utilizar la menor cantidad de energía posible para realizar una tarea específica o brindar un servicio, maximizando así el rendimiento y minimizando las pérdidas. Este enfoque busca optimizar la producción, distribución y consumo de energía, con el objetivo de reducir los impactos ambientales asociados con la generación de electricidad y la explotación de recursos naturales (Fernández, 2021).

En el contexto industrial, la eficiencia energética se convierte en un componente esencial para la competitividad y la rentabilidad de las empresas. La implementación de prácticas y tecnologías que permitan utilizar la energía de manera más eficiente no solo reduce los costos operativos, sino que también contribuye a la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes. Además, promueve la seguridad energética al disminuir la dependencia de recursos energéticos finitos y alentar la transición hacia fuentes renovables y sostenibles (Minenergía, 2022).

A nivel global, la eficiencia energética se ha vuelto una prioridad en la lucha contra el cambio climático. Muchos gobiernos, organizaciones internacionales y empresas han adoptado políticas y estrategias específicas para mejorar la eficiencia energética en todos los sectores. Esto incluye desde la implementación de normativas y estándares más estrictos hasta la promoción de tecnologías innovadoras y la concienciación pública sobre la importancia de reducir el consumo innecesario de energía.

Factores de la eficiencia energética

De acuerdo con Monteagudo y Gaitán (2015), estos son algunos de los factores de la eficiencia energética:

La optimización de la demanda energética constituye un factor esencial para avanzar de manera económicamente eficiente hacia los objetivos de reducción de costos energéticos, disminución del impacto ambiental y aumento de la seguridad energética. La diversificación de las fuentes energéticas, por su parte, garantiza la confiabilidad del sistema eléctrico. En la actualidad, los avances tecnológicos posibilitan la integración de sistemas tradicionales, como las plataformas de generación hidráulicas y térmicas, junto con tecnologías competentes capaces de producir electricidad a partir de fuentes renovables (Monteagudo & Gaitán, 2015).

La máxima explotación de las energías renovables, al provenir de recursos limpios e inagotables proporcionados por la propia naturaleza, contribuye a reducir la dependencia de suministros externos. Esta diversificación no solo disminuye el riesgo de un abastecimiento poco variado, sino que también impulsa el desarrollo tecnológico y favorece la generación de empleo. La innovación tecnológica se presenta como un factor intrínsecamente vinculado a la eficiencia energética y a la búsqueda continua de mejoras en los procesos industriales, con el objetivo de reducir el consumo energético en la producción de bienes y servicios (Monteagudo & Gaitán, 2015).

El concepto de autoconsumo, a través de micro redes, hace referencia tanto al autoconsumo total como al parcial, proporcionando inteligencia y la capacidad de distribuir y gestionar la energía. Esto no solo mejora la escalabilidad de la demanda, sino que también permite una gestión más eficaz de los recursos energéticos, contribuyendo así a un enfoque más sostenible y eficiente en el consumo de energía. Del mismo modo la

modificación de los hábitos de consumo, una de las claves de la eficiencia energética es gestionar los recursos energéticos de forma hábil y eficaz, incluyendo cambios de comportamiento en el uso de la energía.

Importancia de la eficiencia energética

La energía es considerada un elemento fundamental en el desarrollo de cada uno de los sectores productivos, cuyo uso debería realizarse con gran eficiencia, bajo impacto medioambiental y generando el menor costo posible. Considerando la teoría de Castrillón, González y Quispe (2013), el ahorro de energía, su adecuado consumo y el uso eficaz de las fuentes energéticas son fundamentales en todos los niveles, esto sumado al desarrollo de otras políticas, es ineludible para que Colombia alcance sus objetivos de sostenibilidad energética.

Asimismo, la eficiencia energética destaca como un elemento esencial en la gestión económica y operativa en la actualidad. La reducción de costos operativos constituye uno de sus beneficios más evidentes, ya que, al optimizar el uso de la energía, tanto empresas como hogares logran una mayor productividad y competitividad. Esta optimización no solo implica un ahorro económico a corto plazo, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental al disminuir la dependencia de recursos costosos y mitigar los impactos negativos asociados con la generación de energía (Castrillón et al., 2013). En el ámbito ambiental, la eficiencia energética juega un papel crucial en la lucha contra el cambio climático y la conservación del medio ambiente. La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el uso más responsable de los recursos naturales se traducen en beneficios a largo plazo para la salud del planeta.

No obstante, fortalece la seguridad energética al diversificar fuentes y minimizar la vulnerabilidad ante interrupciones en el suministro, lo que se traduce en una mayor

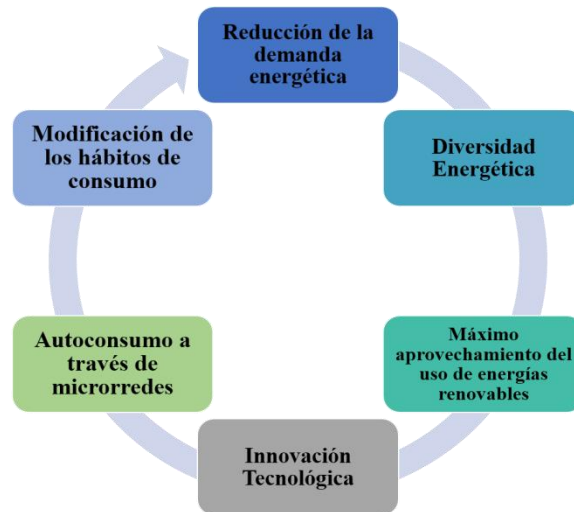
estabilidad en el suministro de energía. El impulso a la innovación y desarrollo tecnológico es otra faceta importante de la eficiencia energética. La búsqueda constante de métodos y tecnologías más eficientes no solo mejora los procesos industriales, sino que también conduce a la creación de soluciones innovadoras y avanzadas en el sector energético (Castrillón et al., 2013).

Además, la transición hacia prácticas más eficientes genera oportunidades de empleo en sectores relacionados con la investigación, diseño e implementación de tecnologías energéticamente eficientes, contribuyendo al desarrollo económico y social. En el contexto global, la eficiencia energética se vincula estrechamente con el cumplimiento de normativas y compromisos internacionales. Muchos países adoptan regulaciones más rigurosas para cumplir con acuerdos medioambientales, mejorando su reputación global y fomentando la adopción de prácticas más sostenibles a nivel nacional (Vásquez & Zamorano, 2015).

De esta manera, las organizaciones deberán adoptar las siguientes estrategias si de encaminarse hacia la eficiencia energética se trata:

Figura 1

Estrategias empresariales para la eficiencia energética



Fuente. elaboración propia, a partir de Castrillón, González y Quispe (2013),

Importancia de la eficiencia energética en las empresas

La eficiencia energética se erige como un elemento vital en el tejido empresarial, influyendo de manera significativa en múltiples aspectos clave para la sostenibilidad y el éxito a largo plazo de las organizaciones. En primer lugar, la adopción de medidas eficientes en el uso de la energía se traduce directamente en una reducción de costos operativos, un beneficio que no solo contribuye a la salud financiera de la empresa, sino que también refuerza su competitividad en un mercado global cada vez más orientado a la eficiencia y la responsabilidad ambiental (Vásquez & Zamorano, 2015).

Esta también desempeña un papel crucial en la mitigación de impactos ambientales. La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la optimización en el uso de recursos naturales reflejan un compromiso proactivo con la sostenibilidad. Esta perspectiva no solo cumple con las crecientes expectativas de los consumidores y las regulaciones

medioambientales, sino que también puede convertirse en un diferenciador estratégico que atrae a clientes conscientes de la sostenibilidad. En primer lugar, se traduce en un ahorro económico sustancial al generar mejoras significativas en las facturas de energía, lo que directamente contribuye a la rentabilidad de la empresa. Este enfoque no solo tiene implicaciones financieras, sino que también mejora la competitividad empresarial al permitir la reducción de costos y ofrecer productos y servicios más competitivos en el mercado (Cooperación Interamericana de inversiones, 2016).

Beneficios para las empresas en materia de eficiencia energética

La eficiencia energética se alinea estrechamente con la responsabilidad social corporativa, siendo una forma de contribuir a la sostenibilidad del planeta al reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. En el ámbito concreto de las empresas, la implementación de medidas de eficiencia energética puede generar beneficios adicionales, como la reducción del consumo de energía en un rango significativo del 20 al 30%, con un consiguiente ahorro económico que oscila entre el 10 y el 20% de la factura de energía (Conexión Esan, 2021).

La mejora de la productividad también se cuenta entre los beneficios tangibles, ya que las empresas que adoptan medidas de eficiencia energética crean entornos de trabajo más confortables y saludables para sus empleados. Además, estas prácticas fortalecen la imagen corporativa, posicionando a las empresas como entidades responsables y comprometidas con la preservación del medio ambiente. Entre las medidas concretas que las empresas pueden implementar se encuentran la optimización de la iluminación mediante tecnologías como las bombillas LED, sensores de movimiento y sistemas de control; el aislamiento térmico para reducir pérdidas y ganancias de calor; la adopción de electrodomésticos y equipos eficientes energéticamente; y la gestión activa del consumo

energético mediante la monitorización y la identificación de oportunidades de mejora (Revista Semana, 2022). La eficiencia energética no solo se presenta como una inversión con beneficios económicos tangibles, sino que también contribuye al desarrollo sostenible, ambiental y a la consolidación de una imagen empresarial comprometida con la responsabilidad social y medioambiental.

Por otro lado, la eficiencia energética fortalece la seguridad energética de las empresas al diversificar las fuentes de energía y reducir la dependencia de suministros externos. Esta diversificación no solo minimiza el riesgo de interrupciones en el suministro, sino que también proporciona a las empresas una mayor estabilidad en sus operaciones, incluso en contextos de fluctuaciones en los precios de la energía o cambios en las condiciones del mercado (Instituto Tecnológico de Canarias, 2008). Finalmente, otro aspecto fundamental es el impulso a la innovación y la competitividad. La búsqueda constante de métodos y tecnologías más eficientes no solo mejora los procesos internos, sino que también coloca a las empresas en la vanguardia de la innovación tecnológica. Este enfoque no solo genera eficiencias operativas, sino que también crea nuevas oportunidades de negocio, contribuyendo a la evolución constante de la empresa en un entorno empresarial dinámico y cambiante.

Gestión de la energía en las empresas

Cuando se habla de un sistema de gestión, se hace alusión al conjunto de elementos relacionados entre sí para establecer una política energética, los objetivos energéticos y los procedimientos adecuados para lograr dichos objetivos. Ahora bien, de acuerdo con García et al (2019), el concepto de mejora continua va de la mano con la necesidad de registrar información para su posterior análisis, de manera que pueda ser comprobable si se están cumpliendo los objetivos trazados, realizando un seguimiento a los planes de acción para la

mejora del rendimiento energético dentro de la empresa; de no ser así, se procederá a tomar medidas oportunas.

La gestión de la energía en las empresas es un componente fundamental para optimizar el uso de los recursos energéticos, mejorar la eficiencia operativa y cumplir con los objetivos de sostenibilidad. Esta gestión implica un enfoque estratégico que va más allá de simplemente administrar los costos de energía; busca integrar prácticas que fomenten la eficiencia y reduzcan el impacto ambiental. En primer lugar, la gestión de la energía implica la evaluación detallada del consumo actual y la identificación de áreas de mejora. Esto incluye la implementación de sistemas de monitoreo avanzado para entender patrones de consumo y oportunidades de eficiencia en tiempo real. A través de auditorías energéticas, las empresas pueden identificar equipos ineficientes, mejorar la eficiencia de procesos y adoptar tecnologías más avanzadas (García et al., 2019).

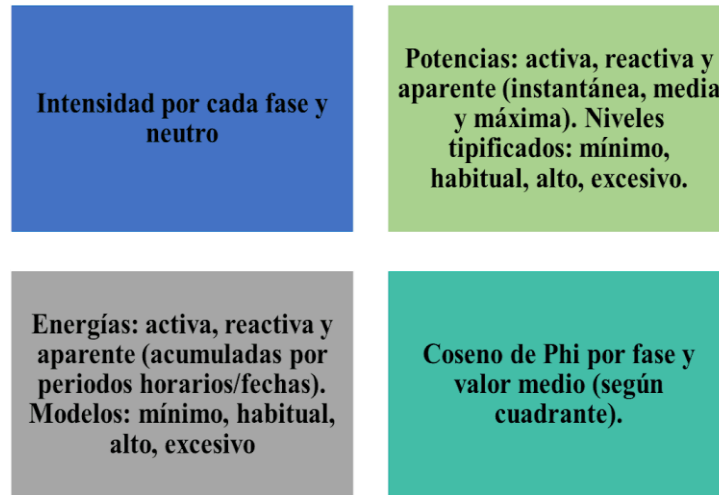
La incorporación de tecnologías inteligentes y sistemas de automatización es esencial en la gestión eficiente de la energía. El uso de sensores, controles automáticos y sistemas de gestión energética permite ajustar el consumo según las necesidades específicas y las variaciones en la demanda, optimizando así la utilización de la energía en tiempo real. La sensibilización y participación del personal son también elementos clave. La formación sobre prácticas eficientes y la promoción de una cultura empresarial comprometida con la eficiencia energética son fundamentales para garantizar la adopción generalizada de buenas prácticas en todos los niveles de la organización (Fernandez & Sanchez, 2018). Además, la gestión de la energía implica la exploración de fuentes energéticas más sostenibles y renovables. La integración de energías limpias, como la solar o eólica, puede no solo reducir la dependencia de fuentes no renovables, sino también generar beneficios a largo plazo en términos de sostenibilidad y responsabilidad ambiental.

No obstante, partiendo de la teoría de Rosario et al (2017), monitorear y optimizar el comportamiento de los indicadores de calidad de la energía eléctrica favorece el uso eficiente de dicho recurso, constituyendo un objetivo de trabajo para las empresas y organizaciones. La Tecnología de Gestión Total de la Eficiencia Energética establece una herramienta para lograrlo, conformada por tres etapas: la primera etapa es la de información, donde se recolectan los datos, ya sean estos cuantitativos o cualitativos; una segunda etapa llamada control, es en la que los datos recolectados toman significado comparándolos con los estándares, convirtiéndose en información y, una última etapa denominada mejoramiento es donde se fundan nuevos estándares y procedimientos, retroalimentase la etapa de control (IBM, 2020).

Además, Rosario et al (2017), imparte la idea, de que, la incorporación de profesionales especializados en gestión energética se ha convertido en una necesidad para las empresas y, en la mayor parte de los casos, el ahorro económico que esto genera, justifica la inversión realizada; así pues, apostar por la eficiencia y la gestión energética en una empresa, es apostar por la competencia industrial, puesto que, en el mayor de los casos la energía eléctrica es considerada el segundo coste empresarial, seguido de los sueldos de empleados (Instituto Tecnológico de Canarias, 2008). El sistema de monitoreo de EE industrial es considerado una de las soluciones para lograr la eficiencia energética en las grandes plantas industriales, el cual incorpora un hardware con base a elementos especializados como las voltimétricas y transformadores de corriente, obteniendo de esa manera la información necesaria para tomar decisiones en relación a la eficiencia energética, indicando lo siguiente:

Figura 2

Información generada de un sistema de medición de EE



Fuente. elaboración propia, a partir de Gil et al (2017).

Posteriormente, son enviados los datos obtenidos al software donde el beneficiario tendrá la información de confiable y legible para proceder a realizar un diagnóstico sobre el estado de los gastos de energía, identificando las mejoras en los procesos de ingeniería y el abastecimiento energético; buscando optimizar, tanto los consumos eléctricos (KW x hora), como los métodos de producción, Gil et al (2017).

Unidades de medidas eléctricas

En el área de circuitos eléctricos, se tienen diferentes unidades importantes para comprender los diversos temas de electricidad, a continuación, se detalla en la siguiente tabla alguna de ellas:

Figura 3

Unidades de medidas eléctricas

Parámetro eléctrico	Unidad de Medida	Símbolo	Descripción
Voltaje	Volt	V ó E	Unidad de Tensión Eléctrica
Corriente	Amper	I ó i	Unidad de Corriente Eléctrica
Resistencia	Ohm	R ó Ω	Unidad de resistencia en CD
Conductancia	Siemen	G	Recíproco de la resistencia
Capacitancia	Faradios	C	Unidad de capacitancia
Carga	Coulomb	Q	Unidad de carga eléctrica
Inductancia	Henrys	L ó H	Unidad de inductancia
Potencia	Watts	W	Unidad de potencia eléctrica
Impedancia	Ohm	Z	Unidad de resistencia en CA
Frecuencia	Hertz	Hz	Unidad de frecuencia

Fuente. elaboración propia a partir de Julián (2022).

En el área de circuitos eléctricos, se utilizan diversas unidades de medida para cuantificar las propiedades eléctricas y comprender los fenómenos relacionados con la electricidad. Algunas de las unidades más fundamentales y comúnmente empleadas incluyen:

- **Voltio (V):** El voltio es la unidad de medida del potencial eléctrico, también conocido como tensión. Representa la diferencia de potencial entre dos puntos en un circuito y se simboliza con la letra "V". El voltaje es esencial para entender cómo la electricidad fluye a través de un circuito (TEIQ, 2015).
- **Amperio (A):** El amperio es la unidad de medida de la corriente eléctrica. Representa la cantidad de carga eléctrica que fluye a través de un conductor en

un determinado período de tiempo. Se simboliza con la letra "A". La corriente eléctrica es esencial para comprender cómo los electrones se desplazan a través de un circuito (TEIQ, 2015).

- Ohmio (Ω): El ohmio es la unidad de medida de la resistencia eléctrica. La resistencia se opone al flujo de corriente en un circuito. La letra griega omega (Ω) se utiliza para representar esta unidad. La ley de Ohm, que establece la relación entre voltaje, corriente y resistencia en un circuito, es fundamental en este contexto (TEIQ, 2015).
- Vatio (W): El vatio es la unidad de medida de la potencia eléctrica. Representa la tasa a la cual se realiza trabajo o se genera energía en un circuito eléctrico. Se simboliza con la letra "W". La potencia es crucial para evaluar la eficiencia de los dispositivos eléctricos y la cantidad de energía consumida (TEIQ, 2015).
- Culombio (C): El culombio es la unidad de carga eléctrica. Representa la cantidad de electricidad transportada por una corriente de un amperio en un segundo. Se simboliza con la letra "C". La carga eléctrica es un concepto esencial para entender la corriente eléctrica (TEIQ, 2015).
- Faradio (F): El faradio es la unidad de medida de la capacitancia, que describe la capacidad de un condensador para almacenar carga eléctrica. Se simboliza con la letra "F". La capacitancia es importante en circuitos donde se requiere almacenar y liberar carga eléctrica de manera controlada (TEIQ, 2015).

Normativa asociada a las eficiencias energéticas en las empresas

La normativa asociada a la eficiencia energética en las empresas varía significativamente a nivel mundial y nacional, con regulaciones específicas que buscan fomentar prácticas sostenibles y reducir el impacto ambiental.

A Nivel Mundial

- **ISO 50001 - Sistema de Gestión de la Energía:** La norma ISO 50001 establece requisitos para la implementación de sistemas de gestión de energía en organizaciones. Proporciona un marco para que las empresas desarrollen políticas energéticas, establezcan objetivos y procesos para mejorar el rendimiento energético, y evalúen la conformidad con sus metas (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2014).
- **Acuerdo de París:** Aunque no es específicamente una normativa, el Acuerdo de París es un pacto internacional que busca limitar el aumento de la temperatura global. Muchos países han establecido medidas y compromisos relacionados con la eficiencia energética como parte de sus estrategias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Naciones Unidas, 2022).
- **Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC):** este convenio establece el marco para la acción internacional para la mitigación del cambio climático. Uno de los objetivos del convenio es la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, para lo cual se promueve el uso racional de la energía (Naciones Unidas, 2001).
- **Protocolo de Kioto:** este protocolo es un acuerdo internacional vinculante que complementa el CMNUCC. El protocolo establece objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para los países industrializados. Uno de

los mecanismos para alcanzar estos objetivos es la promoción de la eficiencia energética (Naciones Unidas, 2006).

A nivel Nacional

- Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía (PROURE): Este programa, dirigido por el Ministerio de Minas y Energía, tiene como objetivo desarrollar acciones para el uso eficiente de la energía en diferentes áreas, tales como la industria, el transporte y los hogares. Busca reducir el consumo de energía y promover la implementación de tecnologías más eficientes (Unidad de Planeación Minero Energética -UPME, 2018).
- Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: El Plan Nacional de Desarrollo incluye objetivos y estrategias relacionadas con la eficiencia energética en Colombia. Estos objetivos buscan impulsar el desarrollo sostenible y la competitividad del país mediante la adopción de tecnologías y prácticas más eficientes (Departamento Nacional de Planeación- DNP, 2018).
- Programa de Eficiencia Energética en Pequeñas y Medianas Empresas (PEEMP): Este programa, liderado por el Gobierno Nacional, tiene como objetivo fomentar la eficiencia energética en las pequeñas y medianas empresas. Proporciona herramientas y asesoramiento para que estas empresas puedan reducir su consumo energético y mejorar su competitividad (Luyando & Florencia, 2021).

Ley 1715 de 2014

Esta ley establece objetivos específicos de eficiencia energética para el sector público y privado en Colombia. Los principales objetivos son reducir el consumo de energía primaria en un 20% para el año 2030 y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en un 20% para el mismo año (Funcion Publica, 2014). Estos

ambiciosos objetivos reflejan el compromiso del país con la sostenibilidad y la mitigación del cambio climático.

Decreto 390 de 2016

El Decreto 390 reglamenta la implementación de la Ley 1715 de 2014 y establece los mecanismos para promover la eficiencia energética en Colombia. Algunos de los mecanismos clave incluyen:

- **Etiquetado Energético:** Este mecanismo establece requisitos mínimos de eficiencia energética para los productos y servicios comercializados en Colombia. El etiquetado permite a los consumidores tomar decisiones informadas al elegir productos con mejor desempeño energético (Funcion Publica, 2014).
- **Programas de Eficiencia Energética:** Se establecen programas específicos para diferentes sectores económicos con el objetivo de fomentar prácticas más eficientes en el uso de la energía. Estos programas buscan identificar áreas de mejora y promover la adopción de tecnologías más eficientes (Funcion Publica, 2014).
- **Incentivos:** El decreto introduce incentivos financieros para aquellas empresas que implementen medidas de eficiencia energética. Estos incentivos pueden incluir subsidios, créditos y exoneraciones tributarias, proporcionando estímulos económicos para la adopción de prácticas más sostenibles (Funcion Publica, 2014).

Normas de calidad asociadas a la eficiencia energética

En el contexto de la eficiencia energética, existen diversas normas de calidad internacional y nacional que establecen estándares y requisitos para productos, servicios y sistemas relacionados con la gestión eficiente de la energía. Estas normas proporcionan un marco que las organizaciones pueden seguir para garantizar la eficiencia y sostenibilidad en sus operaciones.

ISO 50001: Sistema de Gestión de Energía

La norma ISO 50001 establece los requisitos para la implementación de un sistema de gestión de la energía (SGE) en una organización. Proporciona un marco para el desarrollo de políticas y objetivos energéticos, así como para la medición y seguimiento del desempeño energético. Aplicable a organizaciones de cualquier tamaño y sector que buscan mejorar su eficiencia energética (RED COLOMBIANA DE CONOCIMIENTO EN EFICIENCIA ENERGÉTICA - RECIEE, 2020).

ISO 14001: Sistema de Gestión Ambiental

Aunque no se centra exclusivamente en eficiencia energética, la norma ISO 14001 se enfoca en la gestión ambiental en general. Puede integrarse con la ISO 50001 para abordar aspectos ambientales, incluyendo el consumo de energía. Aplicable a organizaciones que buscan un enfoque integral para la gestión ambiental y la eficiencia energética (ISO, 2015).

UNE-EN ISO 50006

Gestión de la Energía - Medición de la eficiencia energética utilizando la contabilidad de energía y otros métodos relacionados con el desempeño energético. Esta norma proporciona directrices para la medición de la eficiencia energética utilizando métodos como la contabilidad de energía y otros enfoques relacionados con el desempeño energético. Orientada a organizaciones que buscan establecer métodos efectivos para medir y evaluar su eficiencia energética (Normalización Española-UNE, 2023).

UNE-EN 16247: Auditorías Energéticas

Esta norma establece los requisitos y pautas para realizar auditorías energéticas en instalaciones industriales y comerciales. Proporciona un marco para identificar oportunidades de mejora en la eficiencia energética. Dirigida a profesionales que llevan a

cabo auditorías energéticas y organizaciones que buscan evaluar y mejorar su rendimiento energético (Normalización Española-UNE, 2023).

ASHRAE Standard 169: Climatic Data for Building Design Standards

Desarrollada por la Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE), esta norma proporciona datos climáticos específicos para el diseño de edificios. La elección adecuada de datos climáticos puede influir significativamente en la eficiencia energética de un edificio. Principalmente relevante para profesionales de la construcción y diseño de edificios (ANSI/ASHRAE, 2020).

ISO 17742

Cadena de suministro de energía eficiente: Sistemas de gestión - Requisitos con orientación para el uso:

- Esta norma establece los requisitos para implementar un sistema de gestión de cadena de suministro de energía eficiente. Proporciona orientación para mejorar la eficiencia energética en toda la cadena de suministro (ISO, 2015).
- Aplicable a organizaciones que buscan optimizar la eficiencia energética en sus procesos de cadena de suministro (ISO, 2015).

Caracterización de procesos

La caracterización de procesos es un proceso sistemático que comienza por identificar y delimitar claramente los procesos a analizar en una organización. Esta fase inicial establece los límites y alcance de cada proceso, delineando las actividades involucradas y sus relaciones. A continuación, se describen detalladamente las actividades específicas que componen cada proceso, desglosadas en tareas y subtareas. Este enfoque

detallado le permite comprender la secuencia y las dependencias de las actividades en el proceso (Ardila, 2018).

En la siguiente etapa, se identifican los roles y responsabilidades de los actores involucrados en cada actividad, desde los empleados hasta los departamentos y otras partes interesadas. Esto aclara las responsabilidades y contribuye a una gestión más eficaz de los recursos humanos. Paralelamente, se realiza un análisis del flujo de trabajo, mapeando visualmente cómo la información, los materiales o las personas se mueven a lo largo del proceso. Esta representación gráfica facilita la identificación de posibles cuellos de botella y la optimización de la secuencia de actividades (Hernández-Nariño, Medina-León, & Nogueira-Rivera, 2014).

La evaluación de los recursos necesarios para cada actividad es otra fase importante, incluyendo la evaluación del personal, la tecnología, los materiales y el tiempo. Esto proporciona una visión integral de la eficiencia de la asignación de recursos y resalta áreas de mejora. Además, se establecen indicadores clave de desempeño (KPI) para medir el desempeño de cada proceso, como el tiempo de ciclo, el costo y la calidad. Estos KPI ofrecen métricas objetivas que facilitan la evaluación del éxito del proceso (Hernández-Nariño, Medina-León, & Nogueira-Rivera, 2014).

Como resultado de la caracterización se identifican oportunidades de mejora en cada proceso. Estas oportunidades se basan en datos concretos recopilados durante el análisis y traducidos en acciones específicas para optimizar procesos, reducir costos, aumentar la eficiencia y mejorar la calidad. Por último, todos los hallazgos y detalles se documentan en un informe formal, proporcionando un registro claro y de fácil acceso que sirve como referencia para la toma de decisiones futuras y acciones de mejora continua. En general, la

caracterización de procesos es esencial para lograr una gestión eficiente y efectiva de las operaciones organizacionales.

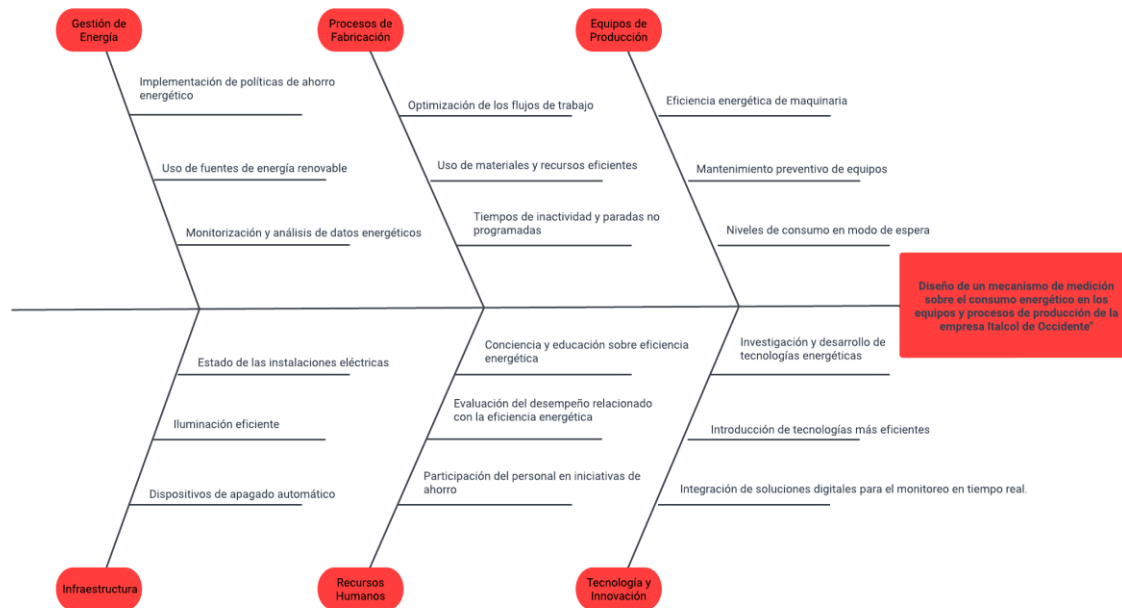
Diagrama de causa y efecto

El análisis de espina de pescado proporciona un panorama completo de las posibles causas que afectan el consumo energético de Itacol de Occidente. La categoría Equipos de Fabricación enfatiza la necesidad de mantener equipos eficientes y actualizados, así como gestionar los niveles de consumo en espera. La sección de Procesos de Fabricación enfatiza la importancia de optimizar los procesos de trabajo y minimizar el tiempo de inactividad. La Gestión de la Energía se centra en la implementación de políticas y la capacitación del personal, así como en el uso de fuentes renovables y el monitoreo continuo de los datos energéticos.

“Infraestructura” enfatiza la importancia del mantenimiento eléctrico y el aislamiento para mejorar la eficiencia. La sección de Recursos Humanos enfatiza la necesidad de programas de concientización e incentivos para lograr la participación activa del personal. Finalmente, la categoría de Tecnología e Innovación implica invertir en investigación, implementar automatización e implementar soluciones digitales para monitoreo en tiempo real. Este análisis destaca la diversidad de factores que influyen en el consumo de energía, enfatizando la importancia de un enfoque integral que abarque desde mejoras tecnológicas hasta la participación activa de los empleados, todo con el objetivo de desarrollar un mecanismo de medición eficaz que promueva el desarrollo sostenible.

Figura 4

Espina de pescado



Fuente. elaboración propia.

Diagnóstico de la empresa

Italcol Planta Girardota

Italcol es una empresa colombiana especializada en la fabricación, distribución, venta y exportación de alimentos concentrados para todas las especies pecuarias, venta de materias primas y premezclas. Cuenta con 20 plantas de producción en Colombia, Ecuador y Panamá, con más de 1.800 distribuidores, con una producción de más de 2 millones de toneladas anuales de alimentos y cerca de 500.000 toneladas de materia prima. Con un crecimiento que ha sido gracias al compromiso de nuestros más de 3.300 colaboradores que hacen parte de nuestra familia Italcol (figura 5) (Italcol, 2022).

Figura 5

Empresa Italcol



Fuente. foto tomada de autoría propia

Misión

Italcol existe para satisfacer la necesidad de alimentación, en busca permanente de una mejor nutrición, manteniendo y desarrollando una oferta de productos, social,

económica y ambientalmente sostenibles, procurando el mejoramiento continuo del nivel de vida de nuestra comunidad (Itacol, 2022).

Visión

Liderar el mercado latinoamericano de nutrición animal, desarrollando más altos estándares de calidad, basado en la investigación y transformación digital que nos permiten el desarrollo de nuevas soluciones. Con esto buscamos generar valor y satisfacción para nuestros clientes, manteniendo un alto compromiso social y ambiental con la comunidad (Itacol, 2022).

Proceso de producción

Recibo de materias primas importadas y nacionales

Los vehículos programados para descargue de materias primas son previamente enturnadas en planta asignando a los conductores la cita previa, una vez el vehículo se anuncia en planta la materia prima es verificada y analizada por el departamento de control calidad para ser autorizada (Itacol, 2022).

Figura 6

Recibo de materias primas importadas y nacionales





Fuente. Foto tomada de autoría propia

Pesaje en bascula camionera de materias primas

Luego de ser aprobado el vehículo es ingresado y pesado en una báscula camionera de capacidad de 80 toneladas, este es ingresado según su procedencia, si es en bultos va directamente a los muelles de las bodegas donde se reciben en estanterías (Itacol, 2022).

Figura 7

Pesaje en bascula camionera de materias primas



Fuente. Foto tomada de autoría propia

Recibo de materia prima a granel

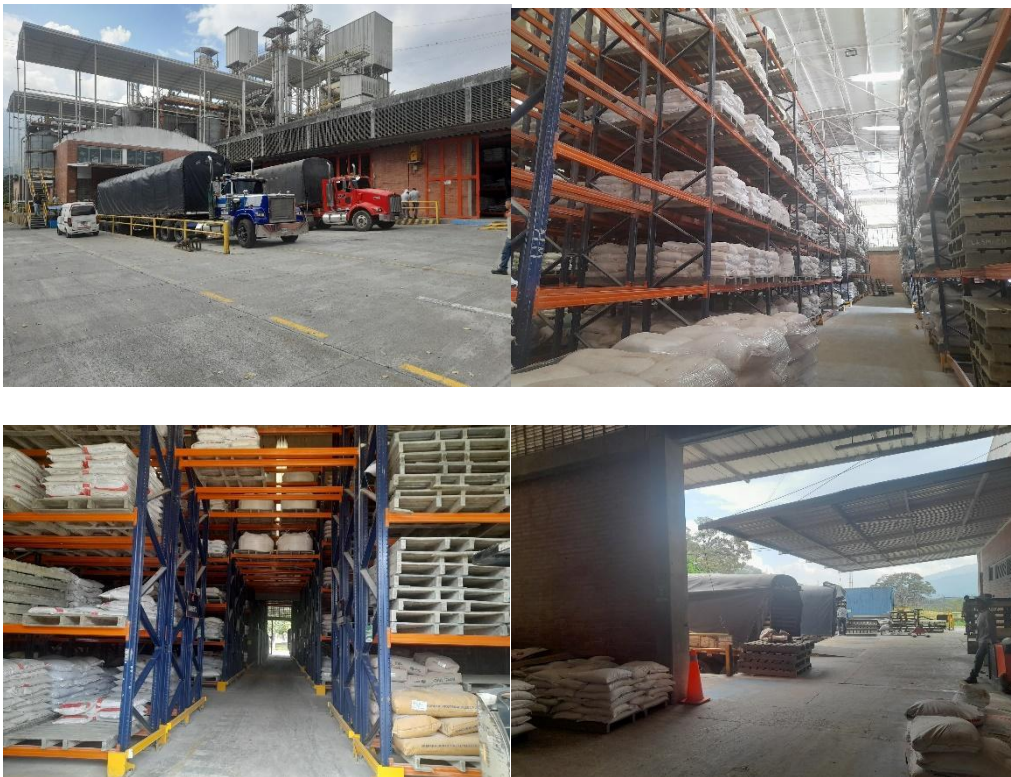
El vehículo que llega directo de puertos y trae la materia prima a granel se envía directamente al volcador (estructura hidráulica que inclina el vehículo 45 grados para el

descargue por gravedad), esta materia prima se transporta directamente a los silos de almacenamiento de las siguientes capacidades:

- 3 silos de maíz con capacidad total de 6 mil toneladas. 2 mil toneladas cada uno (Italcol, 2022).
- 5 silos de capacidad de 250 toneladas cada uno para 1750 toneladas (Italcol, 2022).
- 41 silos distribuidos en 6 básculas donde se almacenan tolas las materias primas para el proceso de dosificación y pesaje (Italcol, 2022).

Figura 8

Recibo de materia prima a granel





Fuente. Foto tomada de autoría propia

Dosificación y pesaje de materias primas

El proceso de dosificación y pesaje es controlado automáticamente por Plcs los cuales extraen de cada silo la materia prima que requiere según las fórmulas que tiene programado el sistema, cada formula está constituida por 5 toneladas de diferentes materias primas según la indicación de la receta que se va a producir, es decir un bache es la suma de 5000 kilos de diferentes materias primas, en este proceso cada silo tiene sus tornillos dosificadores. Cada hora se pesan un promedio de 10 baches de 5 toneladas, es decir este proceso de dosificación y pesaje produce 50 toneladas por hora (Italcol, 2022).

Figura 9

Dosificación y pesaje de materias primas



Fuente. Foto tomada de autoría propia

Proceso de Molienda

Una vez el bache es pesado en las 6 basculas de Dosificación son trasladadas por medio de transportadores y elevadores hasta la zona de molienda, en este proceso se cuenta con 3 (2 de 200 HP y 1 de 75 HP), molinos dedicados a triturar y pulverizar el bache que fue pesado anteriormente, este proceso también debe moler un promedio de 10 baches por hora (Italcol, 2022).

Figura 10

Proceso de Molienda



Fuente. Foto tomada de autoría propia

Proceso de mezcla.

Una vez molido el bache de 5 toneladas se procede a mezclar todas las materias primas junto con los micro ingredientes vitaminas, minerales, aminoácidos promotores de crecimiento y líquidos (aceites, melaza, sebo etc.), este proceso de mezcla tiene un tiempo de 4 minutos por bache, es decir que en 1 hora se pueden mezclar hasta 15 baches (Italcol, 2022).

Figura 11

Proceso de mezcla



Fuente. Foto tomada de autoría propia

Proceso de Peletizado

Cuando ya el proceso de mezclado termino el tiempo, el bache descarga y es transportado hasta las tolvas de prepeletizado, este proceso cuenta con 12 tolvas de capacidad de 18 toneladas cada una para almacenamiento de producto de 216 toneladas de producto mezclado en harina, el producto pasa por un proceso de acondicionamiento y le inyecta vapor para cocinar el producto a una temperatura de 85 grados, luego el producto ya cocinado para por una cámara de prensado sometiendo el producto a presiones muy altas

y cambiar la presentación de harina a producto granulado o Peletizado, este producto ya Peletizado pasa a un cuarto de enfriamiento sacando la humedad, bajando la temperatura igual a la del ambiente, el alimento ya frio es enviado a las 14 tolvas de empaque (Italcol, 2022).

Este proceso cuenta con tres peletizadoras de la siguiente característica:

1. Peletizadora 1 con motor de 150 Hp de capacidad de 7 toneladas hora.
2. Peletizadora 2 con motor de 150 HP de capacidad de 7 toneladas hora.
3. Peletizadora 3 con motor de 300 HP de capacidad de 16 toneladas hora.
4. Este proceso promedio peletiza 30 toneladas por hora.

El proceso de Peletizado es el proceso que más equipos y motores tiene instalados en todo el proceso, y es por donde pasa el 80% de la producción total del proceso.

Figura 12

Proceso de Peletizado





Fuente. Foto tomada de autoría propia

Proceso de empaque

Una vez almacenado el producto Peletizado este pasa por las empacadoras automáticas el cual pesa los sacos de 40 kilos exactos se embolsan, se empacan y se envían por medio de bandas transportadoras a la zona de arrume de producto terminado el cual es estivado y almacenado en las respectivas bodegas donde se realiza la logística de servicio al cliente y despachos (Italcol, 2022).

Figura 13

Proceso de empaque



Fuente. Foto tomada de autoría propia

Proceso de extrusión

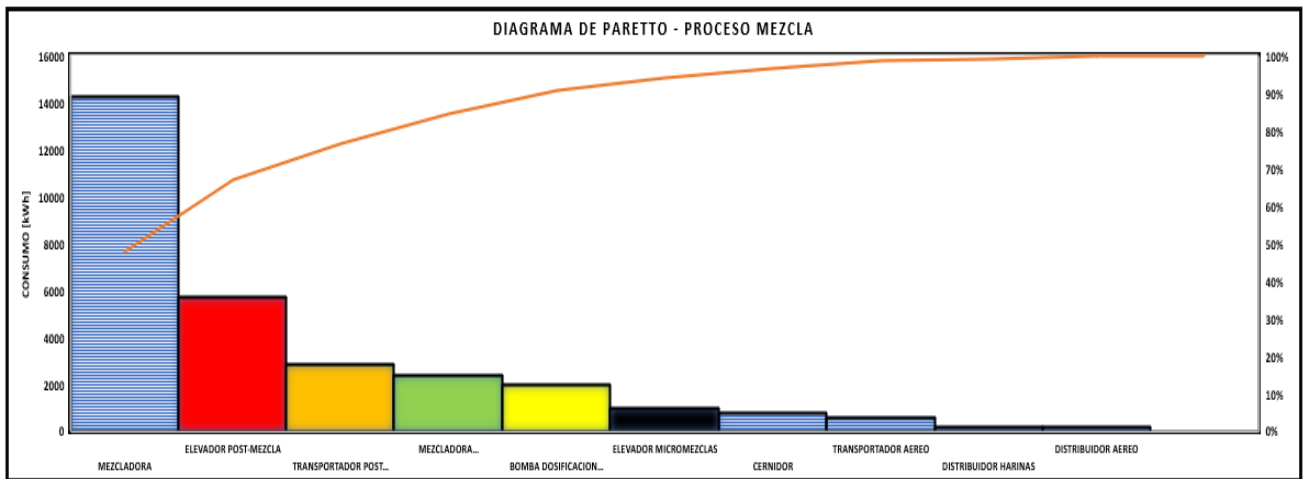
Este proceso es independiente a la línea de producción, es un proceso donde se muele el maíz, este se transporta a un acondicionador y a un cañón el cual es sometido a temperaturas de 100 grados, luego por compresión sale por un dado el maíz ya gelatinizado, unas cuchillas cortan el producto generando unas hojuelas de maíz, esta materia prima se comercializa para clientes directos y también es utilizada para consumo propio (Itacol, 2022).

Figura 14

Proceso de extrusión



Fuente. Foto tomada de autoría propia

Figura 20*Diagrama de Pareto para mezcla**Fuente. autoría propia*

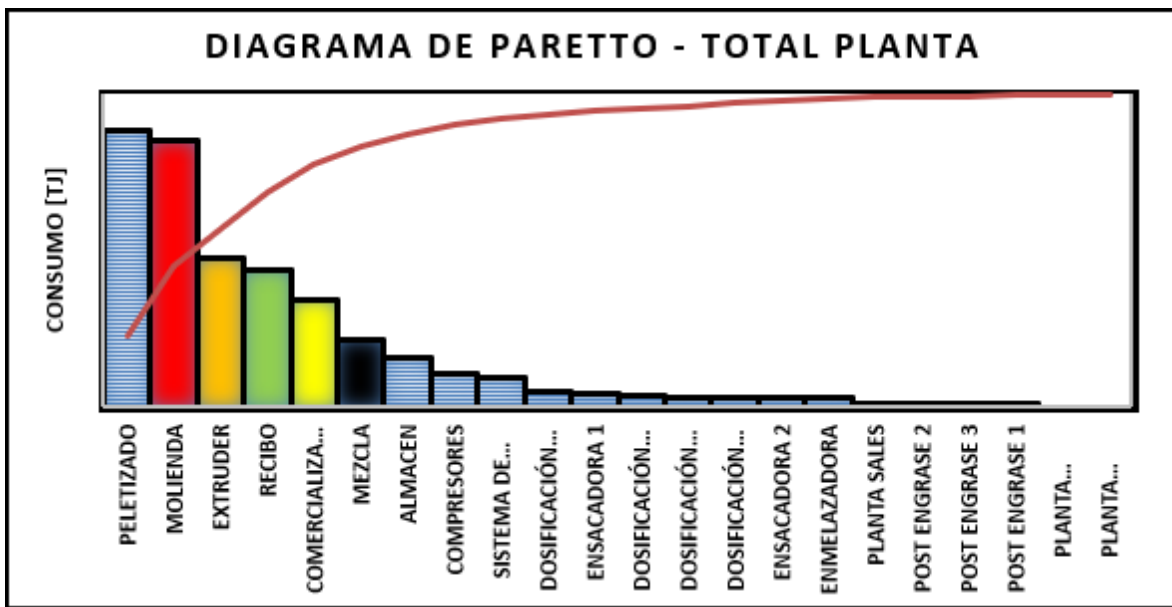
En este diagrama podemos observar que la máquina que más consume energía en el proceso de mezcla es la de mezcladora, seguida del elevador post-mezcla y finalizando con el distribuidor de harina y el distribuidor aéreo, que corresponden a las dos últimas barras pequeñas, con un consumo energético similar y siendo los que menos consumen en dicho proceso.

Diseño de matriz energética

Para la matriz energética se hacen las respectivas mediciones y planeaciones para la optimización de los procesos industriales y así evaluar el consumo energético de la empresa a través de estos procesos. Se identificará el diagrama de Pareto del total de la planta

Figura 31

Diagrama de Pareto para toda la planta



Fuente. autoría propia

En el diagrama podemos observar y tener un balance de la maquinaria que más consumo de energía tiene de acuerdo a los datos obtenidos, siendo el peletizado lo que más consume en energía, seguido de la molienda y en tercer lugar el extruder. Es importante saber esto debido a que se puede ejecutar planes de ahorros en cuanto a consumo dependiendo de la situación, ya sea por baja demanda o por errores en los procesos. Gracias al diagrama podemos tabular los siguientes datos en uso significativo de la energía con sus variables y los cargos de los operarios competentes en cada parte del proceso.

Figura 32*Uso significativo de la energía*

USO SIGNIFICATIVO DE LA ENERGIA	PORCENTAJE USEn %	ENERGETICO CONSUMIDO	VARIABLES RELEVANTES	CARGOS ASOCIADOS
Peletizado	22,9%	Electricidad	Formato Control Operacional y mantenimiento	Operario produccion peletizador
Molienda	22,2%	Electricidad	Formato Control Operacional y mantenimiento	Operario produccion dosificado
Extruder	12,3%	Electricidad	Formato Control Operacional y mantenimiento	Operario produccion extruder
Recibo	11,4%	Electricidad	Formato Control Operacional y mantenimiento	Operario de recibo
mezcla	5,6%	Electricidad	Formato Control Operacional y mantenimiento	Operario dosificador

Fuente. autoría propia

El análisis detallado del consumo de electricidad en diferentes etapas del proceso productivo revela que el peletizado y la molienda constituyen las mayores contribuciones con un 22.9% y 22.2% respectivamente, indicando su importancia crítica en términos de demanda energética. El extruder, recibo y mezcla siguen en la distribución, con porcentajes del 12.3%, 11.4% y 5.6% respectivamente. Cada fase está asignada a un operario específico encargado del control operacional y mantenimiento, lo que sugiere áreas clave para la mejora de la eficiencia energética. También se obtuvieron datos de cada espacio y maquinaria consumidora de energía en la planta, así como su consumo por mes.

Figura 33*Datos de área consumidora de energía por mes*

ITEM	AREA	TOTAL [TJ]	ENERGETICO	Energia electrica	CONVERSION T.	0,0000036
			CONSUMO MES	UNIDAD	CONSUMO [TJ]	
2	MOLIENDA	0,43	118.857,38	kWh	0,43	
3	PELETIZADO	0,44	122.673,00	kWh	0,44	
4	RECIBO	0,22	60.954,00	kWh	0,22	
5	EXTRUDER	0,24	65.928,00	kWh	0,24	
6	MEZCLA	0,11	29.928,00	kWh	0,11	
7	COMPRESORES	0,05	15.016,00	kWh	0,05	
8	SISTEMA DE BANDAS A BODEGA	0,04	12.480,00	kWh	0,04	
9	DOSIFICACIÓN BALANZA 4	0,02	6.900,88	kWh	0,02	
10	ENSACADORA 1	0,02	5.374,00	kWh	0,02	
11	DOSIFICACIÓN BALANZA 3	0,02	4.938,59	kWh	0,02	
12	DOSIFICACIÓN BALANZA 2	0,02	4.335,86	kWh	0,02	
13	DOSIFICACIÓN BALANZA 1	0,02	4.333,43	kWh	0,02	
14	ENSACADORA 2	0,02	4.274,00	kWh	0,02	
15	ENMELAZADORA	0,01	3.973,00	kWh	0,01	
16	POST ENGRASE 2	0,01	1.541,00	kWh	0,01	
17	POST ENGRASE 3	0,01	1.541,00	kWh	0,01	
18	PLANTA SALES	0,01	1.542,52	kWh	0,01	
19	POST ENGRASE 1	0,00	1.157,00	kWh	0,00	
21	PLANTA CUCHUCO	0,00	120,25	kWh	0,00	
22	PLANTA ELECTRICA	0,00				
23	ALMACEN	0,08				
24	COMERCIALIZACION	0,17				
	TOTAL	1,93	465.867,90		1,68	

Fuente. autoría propia

La tabla presenta un detallado análisis del consumo de energía en diversas áreas de la empresa, expresado en Terajulios (TJ) y costos monetarios asociados. Destacan Molienda y Peletizado como las áreas con el mayor consumo, contribuyendo con 0.43 TJ y 0.44 TJ respectivamente. Áreas como Recibo, Extruder, Mezcla y Compresores también exhiben consumos considerables, señalando la necesidad de evaluaciones detalladas para identificar oportunidades de mejora en eficiencia. Algunas áreas, como Planta Cuchuco y Planta Eléctrica, registran consumos bajos o nulos, indicando la posibilidad de revisión para asegurar la precisión de los datos o explorar eficiencias potenciales. Los costos asociados reflejan consideraciones económicas clave.

Clasificación de los procesos según el consumo de energía y evaluación del consumo energético

Para esta parte, se analizarán los procesos de consumo de energía dividido y analizado por mes. Cada mes se realizó la medición del consumo de energía establecido para la empresa para así mismo tener un balance y constatar qué mes fue más efectivo en cuanto al consumo de energía y cuáles podrían ser las causas de este, los meses en total analizados fueron desde septiembre hasta noviembre. Para este seguimiento se tuvieron en cuenta varios factores como consumo de energía por equipo en cada proceso, procesos de productos terminados, reportes de planta, facturación de energía recibida y cantidad producida.

Ahora empezaremos a analizar el consumo energético a partir del mes de septiembre, a continuación, se anexarán los datos correspondientes al consumo de energía en dicho mes.

Figura 34

Análisis energético mes de septiembre

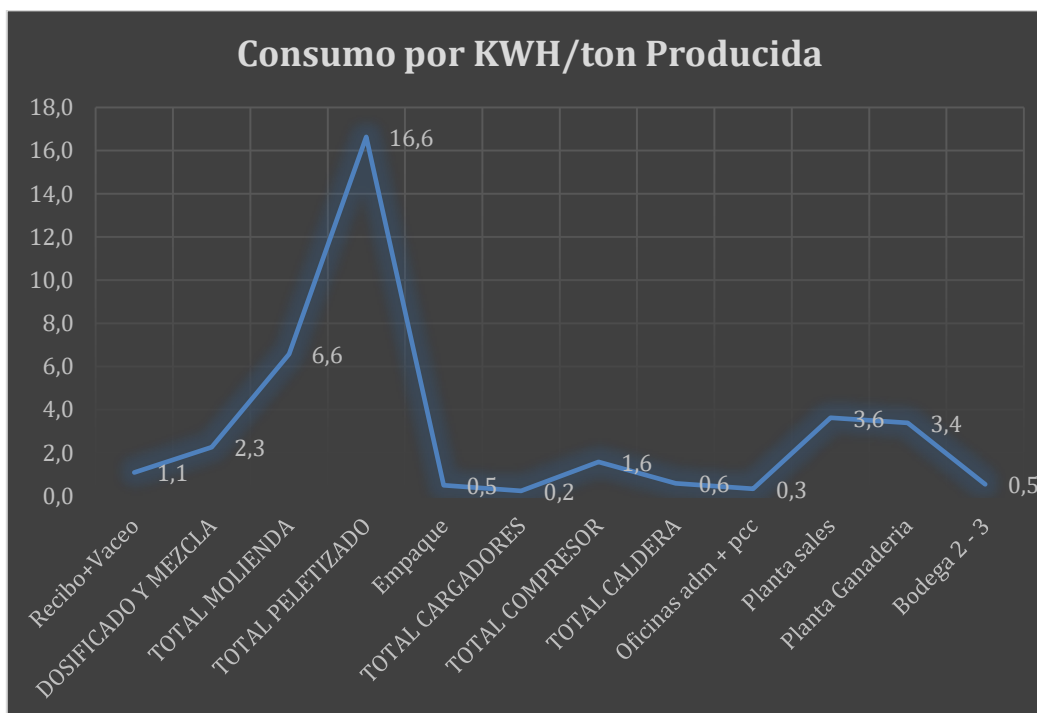
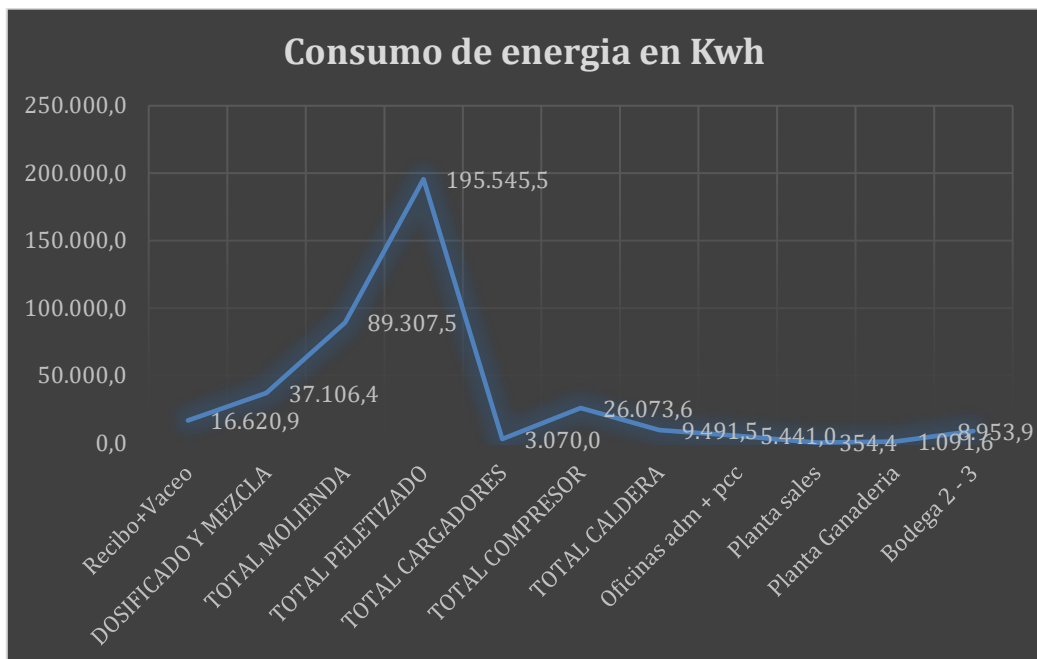
Análisis general de consumo energético	
Total analizadores sin extrusionAnalizadores	399.606
Toneladas producidas	16.399,9
Consumo de kwh/ton	24,4

Análisis costo energetico	
Costo de kwh septiembre	517,52
Costo total factura	\$ 206.804.252
Costo por tonelada producida	\$ 12.610
Participacion de la energia electrica sobre el gasto general presupuestado en los cif	19,83%

Fuente. autoría propia

Figura 35

Graficas análisis energético mes de septiembre



Fuente. autoría propia

Para análisis de consumo energético del mes de octubre se tienen los siguientes datos:

Figura 36

Análisis energético para el mes de octubre

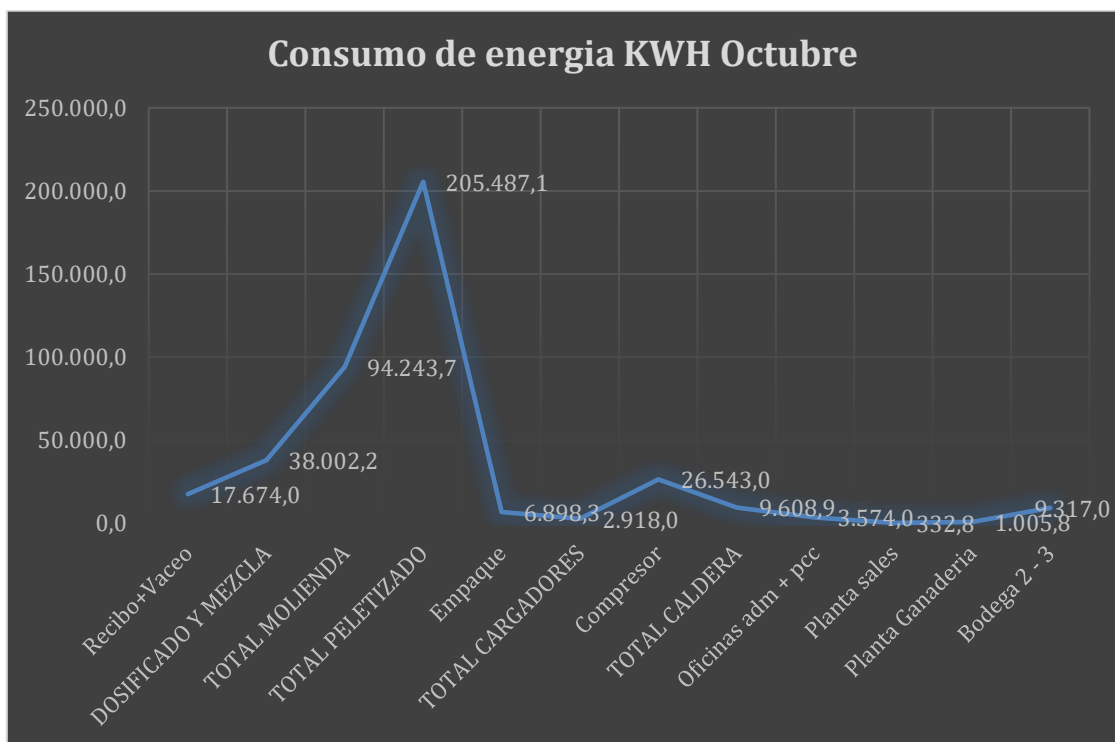
Análisis general de consumo energético	
Total analizadores sin extrusionAnalizadores	415.604,8
Toneladas producidas	17.079,2
Consumo de kwh/ton	24,3

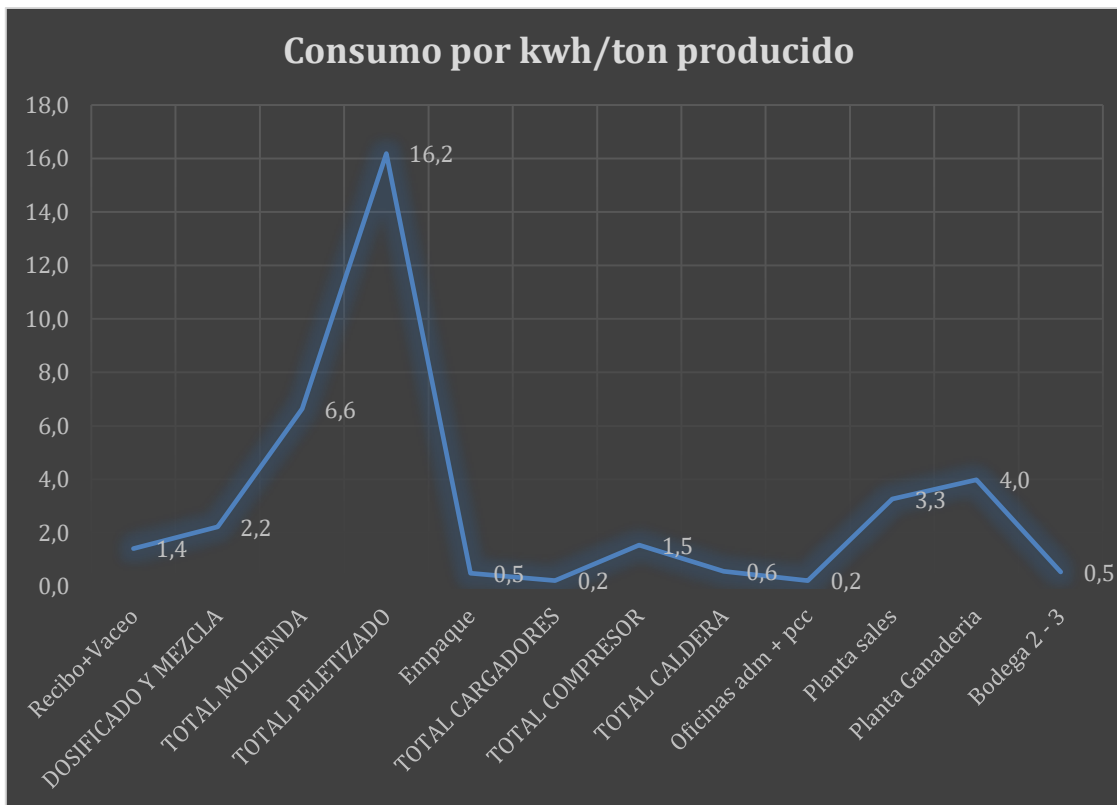
Análisis costo energético	
Costo de kwh octubre	506,62
Costo total factura	\$ 210.553.682
Costo por tonelada producida	\$ 12.328
Participacion de la energia electrica sobre el gasto general presupuestado en los cif	19,39%

Fuente. autoría propia

Figura 37

Graficas análisis energético para el mes de octubre





Fuente. autoría propia

Para el análisis de consumo energético del mes de noviembre se tienen los siguientes datos:

Figura 38

Análisis energético para el mes de noviembre.

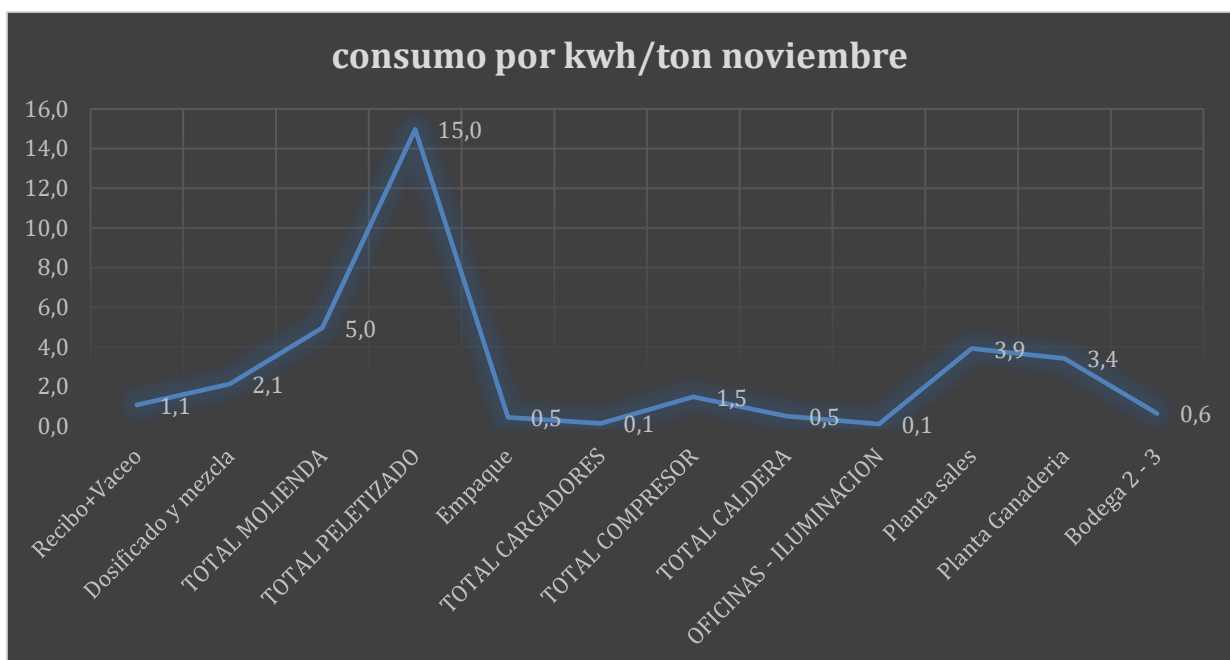
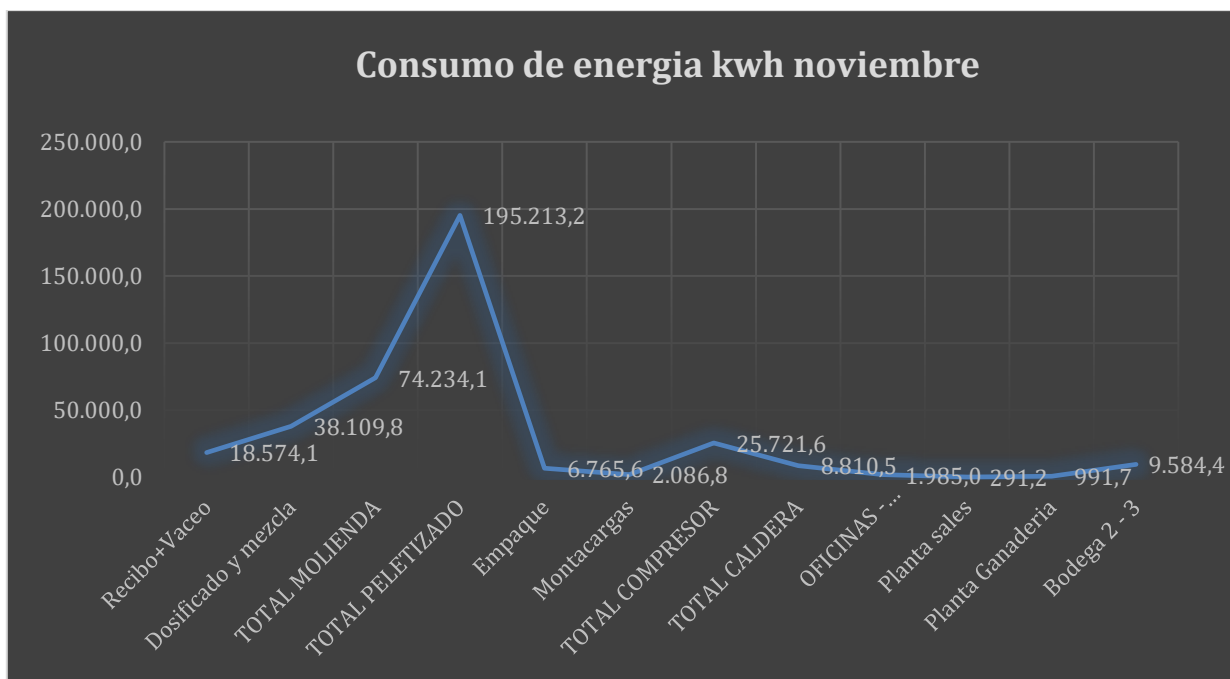
Análisis general de consumo energético	
Total analizadores sin extrusionAnalizadores	382.368,0
Toneladas producidas	17.933,8
Consumo de kwh/ton	21,32

Análisis costo energético	
Costo de kwh Noviembre	505,7
Costo total factura	\$ 193.363.498
Costo por tonelada producida	\$ 10.782
Participación de la energía eléctrica sobre el gasto general presupuestado en los cif	17,0%

Fuente. autoría propia

Figura 39

Grafica análisis energético para el mes de noviembre



Fuente. autoría propia

Se hará una comparativa, según los datos registrados para las tablas de septiembre, octubre y noviembre. Durante el período de tres meses, se observaron datos significativos en la producción y el consumo energético de una empresa industrial. En septiembre, la producción alcanzó las 16,399.9 toneladas con un consumo de energía de 24.4 kWh por tonelada y un costo total de factura de \$206, 804,252. En octubre, la producción aumentó a 17,079.2 toneladas con un consumo similar de 24.3 kWh por tonelada, resultando en un costo total de factura de \$210, 553,682. En noviembre, a pesar de un incremento en la producción a 17,933.8 toneladas, el consumo disminuyó a 21.32 kWh por tonelada, reflejándose en un costo total de factura de \$193, 363,498.

El análisis estadístico revela que el consumo promedio de kWh por tonelada fue de 23.34, con una variación entre 21.32 y 24.4. El costo por tonelada producida promedio fue de \$11,940, mostrando fluctuaciones desde \$10,782 hasta \$12,610. El costo total de factura promedio fue de \$203, 573,144.67, oscilando entre \$193, 363,498 y \$210, 553,682.

Las tendencias destacan una eficiencia energética en noviembre, donde a pesar de un aumento en la producción, el consumo de energía disminuyó significativamente. Además, aunque el costo total de factura disminuyó en noviembre, el costo por tonelada también alcanzó su punto más bajo, indicando posibles eficiencias en la gestión de costos. La producción ha experimentado un crecimiento constante a lo largo de los meses.

También se tiene en cuenta que el mes que registró el menor consumo de energía fue noviembre, con un consumo de 21.32 kWh por tonelada producida. Esta disminución significativa con respecto a los meses anteriores (24.4 kWh en septiembre y 24.3 kWh en octubre) podría atribuirse a varias razones posibles como la optimización de procesos industriales y la gestión de recursos.

Matriz de oportunidades de eficiencia energética, propuestas e implementación

A continuación, se presentará una matriz de oportunidades con el fin de optimizar la eficiencia energética de la empresa, dando posibles soluciones y mejoras económicas respecto al uso de la energía. La información tabulada se divide en varias tablas que se divide en el proceso y oportunidad, calificación y evaluación de la oportunidad y por último planes de acción. Toda la información va una sola línea.

Tabla 1

Matriz de oportunidades

	Oportunidad ¿ Qué podría potencializar el cumplimiento de las necesidades y expectativas de partes interesadas, los objetivos y estrategias de ITALCOL?
Producción (energía)	Instalación filtro de aspiración del molino 4. (GIR)
Producción	Cambio de 2 molinos de 30Hp cada uno a un (1) de 200Hp, mayor productividad mejora eficiencia energética. (STR)
Producción	Mejoramiento de la apertura de la mezcladora, con el fin de reducir de 1 minuto x bache el descargue de la mezcladora al a línea de transporte. (GIR)
Producción (energía)	Independizar el proceso de vaceo del volcador, con el fin de mejorar la productividad y disminuir los consumos de energía. (GIR)
Producción (energía)	Mejoramiento de los tableros eléctricos de dosificado, con el fin de mejorar temas asociados a energía, RETIE. (GIR).

Producción (energía)	Mejoramiento de los tableros eléctricos de la línea 1 de Extrusión, con el fin de mejorar temas asociados a energía, RETIE. (GIR)
Producción (energía)	Instalación de motores de alta eficiencia para peletizadora No. 2 y los molinos de los dos extruder (GIR). Instalación de motores de alta eficiencia en molinos de dosificación (YAR), con el fin de aumentar la eficiencia energética en todas las operaciones y áreas. Esta oportunidad se desarrolla a medida que se va requiriendo el cambio de equipos por uso o defecto.
Producción (energía)	Instalación de medidores de energía por proceso. (GIR)
Producción (energía)	Cambio de los PLC de las peletizadoras
producción	Menaje de banda lineal para operación de arrume Pt (GIR)
producción	Instalación de bomba para descargue de líquidos melaza (GIR)
Producción	Montaje de bascula 9 para el proceso de pesada menor (GIR)
Producción	Montaje del post engrase de aceite de palma para la polarizadora 3, esto con el fin de poder tener disponibilidad en formulación para aceites y sebos en formulación. (Girardota).

Fuente. autoría propia

Se han diseñado e identificado diversas oportunidades para potenciar el cumplimiento de las necesidades y expectativas de las partes interesadas, así como los

objetivos y estrategias de ITALCOL, centrándose principalmente en mejoras en el proceso de producción, especialmente en el ámbito energético. Entre las propuestas destacadas se encuentran la instalación de un filtro de aspiración en el Molino 4 para mejorar la calidad del proceso, el cambio de dos molinos por uno de mayor potencia para aumentar la productividad y eficiencia energética, y el mejoramiento de la apertura de la mezcladora para agilizar el descargue.

Además, se propone independizar el proceso de vacéo del volcador para mejorar la productividad y reducir consumos de energía, así como la instalación de motores de alta eficiencia en diversas operaciones para aumentar la eficiencia energética en todas las áreas. Complementariamente, se sugiere la instalación de medidores de energía por proceso y el cambio de los PLC de las peletizadoras para un monitoreo más preciso y mejor operatividad. Estas propuestas representan enfoques estratégicos para optimizar la eficiencia, mejorar la sostenibilidad y alinearse con los objetivos de la empresa, siendo necesario evaluar su viabilidad y beneficios antes de su implementación. Teniendo en cuenta la tabla anterior (Tabla 6), se procede a realizar la siguiente tabla, esta tiene en cuenta el tiempo y el proceso de aceptación, mostrando la calificación de la propuesta, su importancia, tiempo, costo, beneficio, así como la probabilidad de que se realice. Esto con el fin de ayuda a optimizar el consumir de energía en la empresa (Tabla 2).

Tabla 2*Calificación y evaluación de la oportunidad*

Calificación y evaluación de la oportunidad						
Tiempo involucrado	Costo a incurrir	Personal requerido	Beneficios proceso/ empresa	Total	Evaluación final	
1	1	1	3	6	Nivel de oportunidad alta	
1	3	3	1	8	Nivel de oportunidad medio	
1	5	1	5	12	Nivel de oportunidad medio	
5	5	3	5	18	Nivel de oportunidad bajo	
5	5	3	1	14	Nivel de oportunidad bajo	
3	5	3	1	12	Nivel de oportunidad medio	

1	5	3	1	1	10	Nivel de oportunidad medio
1	3	1	1	1	6	Nivel de oportunidad alta
1	3	3	3	3	10	Nivel de oportunidad medio
1	3	5	5	5	14	Nivel de oportunidad bajo
3	1	3	3	3	10	Nivel de oportunidad medio
1	3	3	1	1	8	Nivel de oportunidad medio
5	3	3	3	3	14	Nivel de oportunidad bajo

Fuente. autoría propia

Resultados

Los resultados del análisis de consumo energético en la empresa industrial durante el período de septiembre a noviembre son reveladores. En septiembre, con una producción de 16,399.9 toneladas, el consumo fue de 24.4 kWh por tonelada, generando un costo total de factura de \$206,804,252. En octubre, la producción aumentó a 17,079.2 toneladas, manteniendo un consumo similar de 24.3 kWh por tonelada y un costo total de factura de \$210,553,682. En noviembre, a pesar de un incremento en la producción a 17,933.8 toneladas, el consumo disminuyó a 21.32 kWh por tonelada, resultando en un costo total de factura de \$193,363,498.

El análisis estadístico revela un consumo promedio de kWh por tonelada de 23.34, con una variación entre 21.32 y 24.4. El costo por tonelada producida promedio fue de \$11,940, con fluctuaciones desde \$10,782 hasta \$12,610. El costo total de factura promedio fue de \$203,573,144.67, oscilando entre \$193,363,498 y \$210,553,682. Las tendencias indican una eficiencia energética en noviembre, donde, a pesar del aumento en la producción, el consumo de energía disminuyó. Además, aunque el costo total de factura disminuyó en noviembre, el costo por tonelada también alcanzó su punto más bajo, indicando posibles eficiencias en la gestión de costos. La producción ha experimentado un crecimiento constante a lo largo de los meses.

Es relevante destacar que noviembre registró el menor consumo de energía, con 21.32 kWh por tonelada producida, atribuible a posibles optimizaciones en los procesos industriales y la gestión de recursos. Este análisis brinda una visión integral de los datos, señalando áreas de interés para la optimización de la eficiencia energética y la gestión de costos. Investigaciones adicionales podrían profundizar en las causas detrás de las tendencias observadas, facilitando la implementación de estrategias para mejorar la

sostenibilidad y rentabilidad a largo plazo en la empresa industrial. También es importante destacar que en los diagramas de consumo de energía vs toneladas producidas el mes de noviembre fue el que menor energía de consumo obtuvo.

Conclusiones y recomendaciones

El análisis del consumo energético en la empresa industrial revela datos significativos. En septiembre, con una producción de 16,399.9 toneladas, el consumo fue de 24.4 kWh/ton, generando un costo total de factura de \$206, 804,252. Octubre mantuvo un consumo similar, pero en noviembre, a pesar del aumento de la producción a 17,933.8 toneladas, el consumo disminuyó a 21.32 kWh/ton, resultando en un menor costo total de factura de \$193, 363,498.

Puntos Destacados

- **Eficiencia en Noviembre:** Noviembre destaca por una eficiencia energética, con menor consumo por tonelada y menor costo total de factura a pesar del aumento en la producción.
- **Promedio y Variación:** El consumo promedio fue de 23.34 kWh/ton, con fluctuaciones entre 21.32 y 24.4. El costo promedio por tonelada fue de \$11,940, variando entre \$10,782 y \$12,610.
- **Tendencia de Crecimiento:** A lo largo de los meses, la producción experimenta un crecimiento constante, señalando un aumento en la actividad industrial.
- **Optimización en Noviembre:** Noviembre registra el menor consumo, sugiriendo posibles optimizaciones en los procesos industriales y una gestión eficiente de los recursos.

Matriz de Oportunidades para la Optimización de Eficiencia Energética

Se han identificado diversas oportunidades estratégicas para mejorar la eficiencia energética en ITALCOL, centradas en procesos de producción. Destacan propuestas como

la instalación de un filtro de aspiración en el Molino 4, el cambio de dos molinos por uno más potente, y el mejoramiento de la apertura de la mezcladora. Además, se plantea independizar el proceso de vaceo del volcador, instalar motores de alta eficiencia y medidores de energía por proceso, y cambiar los PLC de las peletizadoras para un monitoreo preciso.

Plan de Oportunidad

El plan detallado abarca actividades estratégicas como la solicitud de cotizaciones, autorización de la Gerencia, ejecución de compras, recepción de adquisiciones, inicio de montajes e instalaciones de equipos, y pruebas de arranque. Cada actividad tiene responsables designados, plazos establecidos y seguimiento detallado, asegurando una estructura organizada y transparente para el desarrollo y control de los proyectos. El análisis detallado del consumo de energía en diversas áreas de la empresa ofrece información valiosa para la toma de decisiones estratégicas. Destacan Molienda y Peletizado como las áreas con mayor consumo, contribuyendo significativamente con 0.43 TJ y 0.44 TJ respectivamente. Esto resalta la importancia de dirigir esfuerzos de optimización hacia estos procesos para lograr mejoras notables en eficiencia energética.

Áreas como Recibo, Extruder, Mezcla y Compresores también exhiben consumos considerables, señalando la necesidad de evaluaciones más detalladas. Es crucial identificar oportunidades específicas para mejorar la eficiencia en estas áreas, ya que contribuyen significativamente al consumo total de energía. Se observa que algunas áreas, como Planta Cuchuco y Planta Eléctrica, registran consumos bajos o nulos. Esto puede indicar eficiencias existentes o la necesidad de revisar y validar la precisión de los datos. Explorar posibles eficiencias potenciales en estas áreas puede contribuir a optimizar aún más el consumo de energía.

Los costos asociados reflejan consideraciones económicas clave, proporcionando una visión integral del impacto financiero del consumo de energía en la empresa. Este análisis sirve como base sólida para el desarrollo de iniciativas estratégicas destinadas a mejorar tanto la eficiencia como la rentabilidad en ITALCOL. El diagrama de consumo energético proporciona una visión clara de la maquinaria que más contribuye al consumo de energía en la empresa. Se destacan las siguientes conclusiones:

El peletizado se ha identificado como el principal consumidor de energía en nuestros procesos, ocupando el primer lugar en términos de consumo. Esta revelación es crucial, ya que destaca la necesidad de dirigir estrategias de optimización específicas hacia el peletizado. La implementación de mejoras en este proceso puede resultar en mejoras significativas en la eficiencia energética general de la operación. En segundo lugar, en términos de consumo de energía se encuentra el proceso de molienda. Este hallazgo subraya la importancia de evaluar y optimizar los procesos asociados a la molienda para reducir el impacto en el consumo total de energía. La atención focalizada en este proceso puede conducir a ahorros energéticos considerables.

Aunque, en tercer lugar, el extruder también realiza una contribución notable al consumo de energía. Desarrollar estrategias específicas para este proceso se presenta como una oportunidad para mejorar la eficiencia energética de manera significativa. La identificación de los principales consumidores, como el peletizado, la molienda y el extruder, proporciona la base para la planificación de estrategias de ahorro de energía. Estos planes pueden adaptarse según las demandas del proceso, evitando consumos innecesarios durante periodos de baja demanda o corrigiendo posibles errores en los procesos, contribuyendo así a una gestión más eficiente de la energía.

El diagrama utilizado facilita la tabulación de datos sobre el uso significativo de energía, variables asociadas y los cargos de los operarios responsables en cada etapa del proceso. Esta claridad en las responsabilidades es fundamental para la implementación efectiva de medidas correctivas. La transparencia en las variables y responsabilidades proporciona una base sólida para la toma de decisiones informada y la implementación de estrategias de mejora de eficiencia energética en cada fase del proceso.

Recomendaciones

Se llevó a cabo un análisis detallado de las prácticas eficientes implementadas en noviembre, con el objetivo de identificar estrategias exitosas que contribuyeron a la reducción del consumo de energía. Este análisis proporcionará la base para replicar y fortalecer dichas estrategias en futuros periodos. Además, se implementará un sistema de monitoreo continuo del consumo energético para identificar tendencias a lo largo del tiempo y tomar medidas proactivas, permitiendo una toma de decisiones informada en la gestión del consumo de energía.

Explorando la eficiencia en términos de costo-producción durante noviembre, se busca evaluar la viabilidad de aplicar estas eficiencias en meses con mayores consumos, con el objetivo de mejorar la gestión económica global de la empresa. Se llevarán a cabo investigaciones adicionales para comprender las causas específicas detrás de la eficiencia energética en noviembre, permitiendo la replicación de prácticas exitosas y mejorando de manera continua la eficiencia operativa.

La priorización de oportunidades de alta importancia y probabilidad será fundamental para maximizar los beneficios derivados de las iniciativas de mejora de eficiencia energética. Antes de la implementación de medidas, se realizará un análisis detallado de costos y beneficios para asegurar una toma de decisiones fundamentada. La

transparencia y trazabilidad de los proyectos se respaldarán mediante el mantenimiento de un registro documentado de evidencias, facilitando un seguimiento efectivo.

Se desarrollarán estrategias específicas para mejorar la eficiencia en áreas identificadas como mayores consumidores, tales como peletizado, molienda y extruder. Además, se brindará capacitación adicional al personal responsable en cada proceso, con el objetivo de optimizar el manejo de la maquinaria y reducir consumos innecesarios. La priorización de acciones de mejora en áreas críticas, como Molienda y Peletizado, se llevará a cabo para obtener beneficios significativos. Se realizarán evaluaciones más detalladas en áreas específicas como Recibo, Extruder, Mezcla y Compresores para identificar oportunidades específicas de mejora. También se validarán los datos en áreas con consumos bajos o nulos, como Planta Cuchuco y Planta Eléctrica, para asegurar una representación precisa y confiable de la eficiencia energética en toda la operación.

Referencias bibliográficas

- ANSI/ASHRAE. (2020). *Climatic Data for Building Design Standards*.
https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/standards%20and%20guidelines/standards%20addenda/169_2020_a_20211029.pdf
- Ardila, M. F. (2018). *MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA*.
https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/14766/2018_Manual_Usuario_Maria_Fernanda_Ardila.pdf?sequence=2
- Conexion Esan. (2021). *5 beneficios de la eficiencia energética en las empresas*.
<https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/5-beneficios-de-la-eficiencia-energetica-en-las-empresas>
- Cooperacion Interamericana de inversiones. (2016). *Importancia de la Eficiencia Energetica en la competitividad empresarial*.
<https://www.upb.edu/sites/default/files/adjuntos/2%20ECONOLER.pdf>
- Departamento Nacional de Planeacion- DNP. (2018). *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022*. <https://www.dnp.gov.co/plan-nacional-desarrollo/Paginas/plan-nacional-de-desarrollo-2018-2022.aspx>
- Fernandez, E., & Sanchez, H. (2018). *Manual del Sistema de Gestión de la Energía*.
https://www.tecnm.mx/pdf/dir_calidad/MANUAL%20ENERGIA%20TecNM-EN-MA-02.pdf
- Fernández, J. (2021). *EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL*.
<https://www.orquestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orquestra/210005-Eficiencia-Energ%C3%A9tica-Sector-Industrial-INFORME-COMPLETO-.pdf>

- Funcion Publica. (2014). *Ley 1715 de 2014*.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>
- Hernández-Nariño, A., Medina-León, A., & Nogueira-Rivera, D. (2014). *La caracterización y clasificación de sistemas, un paso necesario en la gestión y mejora de procesos*.
 Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/496/49630405027.pdf>
- IBM. (2020). *¿Qué es la gestión de energía?* <https://www.ibm.com/mx-es/topics/energy-management>
- Instituto Tecnológico de Canarias. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*.
<https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>
- ISO. (2015). *ISO 14001:2015*. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:es>
- ISO. (2015). *ISO 17742:2015*. <https://www.iso.org/standard/60374.html>
- Italcol. (2022). *¿Quiénes somos?* <https://italcol.com/>
- Luyando, J., & Florencia, M. (2021). *Estudio exploratorio sobre eficiencia energética a empresas del Área Metropolitana de Monterrey. Secuencia. Revista de Historia y Ciencias sociales*. <https://www.scielo.org.mx/pdf/secu/n111/2395-8464-secu-111-e1863.pdf>
- Martinez, L. (2012). *Manual de eficiencia energetica*.
https://www.researchgate.net/publication/289614073_MANUAL_DE_EFICIENCIA_A_ENERGETICA
- Minenergia. (2022). *Eficiencia Energética*.
<https://www.minenergia.gov.co/es/misional/eficiencia-energ%C3%A9tica/>
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2014). *Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía*.

https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Doc_Hemeroteca/EEI_Colombia/Guia_sistemas_gestion_energia.pdf

Naciones Unidas. (2001). *CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO*. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

Naciones Unidas. (2006). *¿Qué es el Protocolo de Kyoto?*
https://unfccc.int/es/kyoto_protocol

Naciones Unidas. (2022). *El Acuerdo de París*. <https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement>

Normalizacion Española-UNE. (2023). *ISO 50006:2023*. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/iso?c=079367>

Normalizacion Española-UNE. (2023). *UNE-EN 16247-1:2023*.
<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=norma-une-en-16247-1-2023-n0071160>

RED COLOMBIANA DE CONOCIMIENTO EN EFICIENCIA ENERGÉTICA - RECIEE.
(2020). *Implementación de un sistema de Gestión de la Energía Guía con base en la norma ISO 50001*.
https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/EEIColombia/Guia_estructura_ISO_50001.pdf

Revista Semana. (2022). *Cinco beneficios que pueden tener las empresas al apostarle a la eficiencia energética*. <https://www.semana.com/economia/empresas/articulo/cinco-beneficios-que-pueden-tener-las-empresas-al-apostarle-a-la-eficiencia-energetica/202243/>

Sanchez, C., & Fuquen, H. (2014). *EFICIENCIA ENERGÉTICA*.
https://www.researchgate.net/publication/333089139_EFICIENCIA_ENERGETIC

A

TEIQ. (2015). *MEDIDAS ELÉCTRICAS*.
<http://www.die.eis.uva.es/~daniel/docencia/te/TEIQPractica12y4-2008.pdf>

Unidad de Planeación Minero Energética -UPME. (2018). *Programa de uso racional y eficiente de la energía - PROURE*.
<https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Paginas/PROURE.aspx>

Vásquez, J., & Zamorano, E. (2015). *“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA MICRO, PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA Y CASOS DE ESTUDIOS*.
http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/2265/1/Vasquez_Villarroel_Juan_Alberto.pdf