



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS APLICADAS

Trabajo de fin de Carrera titulado:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA BAJO LAS NUEVAS
CONDICIONES PRODUCTIVAS EN LA COMPAÑÍA INDUSTRIA METÁLICA
COTOPAXI SEGÚN LA NORMA ISO 50001.

Realizado por:

VICTORIA GENOVEVA JEREZ VENEGAS

Director del proyecto:

PhD. EDILBERTO ANTONIO LLANES CEDEÑO

Como requisito para la obtención del título de:

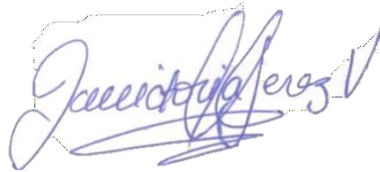
INGENIERA MECÁNICA

QUITO, septiembre del 2023

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, VICTORIA GENOVEVA JEREZ VENEGAS, ecuatoriana, con Cédula de ciudadanía N° 1750262824, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional, y se basa en las referencias bibliográficas descritas en este documento.

A través de esta declaración, cedo los derechos de propiedad intelectual a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.



VICTORIA GENOVEVA JEREZ VENEGAS

C.I.: 1750262824

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.



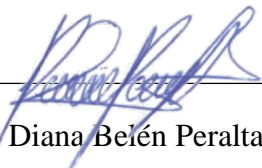
Ph.D. EDILBERTO ANTONIO LLANES CEDEÑO

LOS PROFESORES INFORMANTES:

PhD. Diana Belén Peralta Zurita

MSc. María Gabriela Mancheno Falconí

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa
oral ante el tribunal examinador.

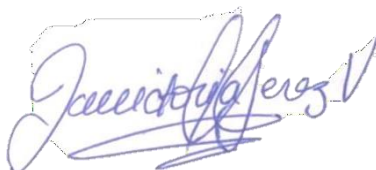

PhD. Diana Belén Peralta Zurita


MSc. María Gabriela Mancheno Falconí

Quito, 14 de septiembre de 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.



VICTORIA GENOVEVA JEREZ VENEGAS

C.I.: 1750262824

Agradecimientos

Quiero agradecer a la capacidad de los excelentes docentes de la Universidad Internacional SEK, sus experiencias y su orientación hicieron amenas las clases, logrando la interacción profesor-alumnos mediante el compañerismo entre nosotros, nos inmiscuimos en el perfil profesional, parecía inalcanzable pero con el esfuerzo y la dedicación de mi persona logré superar las diferentes dificultades que se presentaron, no puedo pasar por desapercibido el cariño, el amor y apoyo económico de mis padres Karina y Víctor, gracias mil gracias no los defraudaré.

Tampoco puedo olvidarme de agradecer a mi hermana Cecilia, siempre fue mi mayor ejemplo de perseverancia e inteligencia quien ha sabido guiarme desde muy pequeña, fue mi compañera de vida y mi mejor amiga, juntas acudimos a este templo del saber. A mi cuñado Jairo por ser mi cómplice, sobre todo en mi vida universitaria, por brindarme su apoyo absoluto.

A mi cómplice en todo momento, Óscar quien ha sido la persona que me impulsa a ser mejor cada día, con su amor y sustento ha sido mi apoyo incondicional desde que nos conocemos.

Hoy tengo las herramientas necesarias para enfrentar al devenir de la vida, creo que tengo los cimientos que necesita la Ingeniería Mecánica, robusteceré mis conocimientos y prestaré mi contingente al campo que me necesite.

Resumen

Dentro del contexto de conservación de la energía se han realizado varios estudios interesados en diseñar o implementar medidas de desarrollo incesante para un correcto desempeño de electricidad en las industrias, con el objetivo de reducir el pago de planillas generadas por el mal manejo del consumo eléctrico, tener un control de producción vs consumo y finalmente disminuir en lo posible las emisiones de CO₂, sin embargo, dichos estudios el diagnóstico energético no es su base principal. Este trabajo de investigación se ha realizado con el fin de diseñar un Sistema de Gestión Energética (SGEn) de acuerdo con norma ISO 50001 mediante la obtención de la línea base. La metodología empleada inicia desde una recolección de datos de las nuevas condiciones productivas de la empresa, evaluación de indicadores energéticos y la influencia energética en las áreas de la compañía Industria Metálica Cotopaxi (IMC) mediante el diagrama de Pareto. Otro factor que se recalca es establecer plan de mejoras mediante la conexión trifásica de 7 días (14/06/2023-21/06/2023) con el dispositivo Fluke 435 II para evaluar la energía y su calidad en la empresa IMC mediante las regulaciones de energía ACERNN 002/20, IEEE-519/1159. Como resultado se obtuvo que la energía y el área de producción 1 son objeto de estudio con el 80% de influencia, penalización por 0.56 factor de potencia, armónicos fuera del rango de regulación, distorsión de voltaje y desequilibrio de corriente, con esos resultados se establece el plan de mejoras energéticas y finalmente el diseño de gestión energética acoplado al diagnóstico energético, mediante el PLAN 1, para la implementación inmediata. Como conclusión del presente trabajo se determinó que se puede lograr disminuir 3864 kWh anuales con el diseño del SGEn mediante el PLAN 1.

Palabras clave: 1 ISO 50001, 2 Mejora Continua, 3 Diagnóstico Energético, 4 Línea Base, 5 Regulación energética y 6 Indicadores Energéticos.

Abstract

Within the context of energy conservation, several studies have been carried out interested in designing or implementing incessant development measures for a correct performance of electricity in industries, with the aim of reducing the payment of payrolls produced by the mismanagement of electricity consumption, having a control of production vs. consumption and finally reducing CO₂ emissions as much as possible, however, said studies are not the main basis of energy diagnosis. This research work has been carried out in order to design an Energy Management System (EMS) in accordance with the ISO 50001 standard by obtaining the baseline. The methodology used starts from a data collection of the new productive conditions of the company, evaluation of energy indicators and the energy influence in the areas of the company Industria Metálica Cotopaxi (IMC) through the Pareto diagram. Another factor that is emphasized is to establish an improvement plan through the three-phase connection of 7 days (06/14/2023-06/21/2023) with the Fluke 435 II device to evaluate the energy and its quality in the IMC company through the ACERNN 002/20, IEEE-519/1159 energy modifications. As a result, it was obtained that the energy and the production area 1 are the object of study with 80% influence, penalty for 0.56 power factor, harmonics outside the regulation range, voltage distortion and current imbalance, with these results the energy plan is established and finally the energy management design coupled to the energy diagnosis, through PLAN 1, for implementation. As a conclusion of this work, it will be concluded that it is possible to reduce 3864 kWh per year with the design of the EnMS through PLAN 1.

Keywords: 1 ISO 50001, 2 Continuous Improvement, 3 Energy Diagnosis, 4 Baseline, 5 Energy Regulation and 6 Energy Indicators.

Tabla de contenido

DECLARACIÓN JURAMENTADA.....	II
DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	III
LOS PROFESORES INFORMANTES.....	IV
DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE	V
Agradecimientos	VI
Resumen.....	VII
Abstract	VIII
Introducción	1
Justificación	1
Planteamiento del Problema	2
Formulación del Problema.....	3
Objetivo Específicos	3
Hipótesis	4
Antecedentes	4
Estado del Arte.....	6
Energía	6
Energía en el Ecuador	7
Eficiencia Energética	8
Manejo de la Eficiencia Energética en Ecuador	8
Regulaciones nacionales e internacionales de la calidad de energía	9
Principales causas que inciden en el consumo energético	9

Armónicos.....	10
Mantenimiento	10
Baja efectividad de los procesos productivos	10
Rendimiento de los equipos	11
Requisitos legales.....	11
Constitución Política De La República.....	11
Ley orgánica de eficiencia energética, (2019)	11
Energéticos.....	12
Desempeño e indicadores energéticos	12
Norma ISO 50001	12
Ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar).....	13
Política energética.....	15
Planificación energética	15
Requisitos legales.....	16
Revisión energética.....	16
Línea de base energética	16
Indicadores de desempeño energético.	16
Objetivo y planes de gestión energética.....	16
Auditoría energética.....	16
Estratificación de datos	17
Herramientas de gestión energética para determinar la línea base y el índice de consumo.....	17
Diagrama de Pareto.....	17
(E-P vs Tiempo) gráfico de consumo y producción en el tiempo.....	18

(E VS P) diagrama de consumo – producción	19
Diagrama de dispersión y correlación.....	19
(IC VS P) Diagrama de índice de consumo – producción	20
Gráfico de tendencias.....	21
Monitoreo para el consumo de energía.....	21
Contexto organizativo en Industria Metálica Cotopaxi en 2015	22
Metodología	24
Tipo de enfoque	24
Métodos teóricos y empíricos que emplear	24
Método bibliográfico.	25
Técnicas e instrumentos	25
Recolección de datos.....	25
Entrevista Personal.....	25
Variables experimentales	25
Variables Independientes: Consumo energético y producción.....	25
Variable Dependiente: Índice de consumo	25
Diagrama de flujo de la metodología.....	25
Reconocimiento de las áreas en la compañía IMC (Industria Metálica Cotopaxi).....	26
Procesamiento	28
Recolección de datos.....	28
Diagrama de Pareto.....	29
Herramientas de gestión energética para determinar la línea base y el índice de consumo.....	30
Media Muestral	30

Desviación Estándar.....	30
Diagramas de Consumo vs Producción	31
Diagramas de Índice de consumo vs Producción	32
Propuesta plan de mejora	32
Parámetros de Calidad de Energía	35
Desequilibrio de Voltaje	36
Análisis de las corrientes de fase (línea).....	37
Desequilibrio de Corriente	37
Análisis de Potencias	37
Potencia activa	38
Potencia aparente	38
Potencia reactiva y activa media semanal.....	38
Armónicos de voltaje	38
THD (Distorsión Armónica Total) de voltaje de cada fase y neutro	38
Armónicos individuales de voltaje y en cada fase	38
THD (Distorsión Armónica Total) de corriente.....	38
Armónicos Individuales de Corriente	41
Armónicos de Corriente en el Neutro.	41
Armónicos Individuales de Corriente en el Neutro	41
Etapas de la metodología de la norma ISO 5000 para el diseño de gestión energética en IMC...	41
Influencia de los gastos energéticos en los ingresos totales del periodo seleccionado.....	43
Energético objeto de estudio.....	43
Área objeto de estudio	44

Diagrama de Índice de consumo vs Producción de paneles metálicos	50
Plan de mejora continua.....	52
Análisis de los Niveles de Voltaje	52
Voltaje Nominal Fase – Neutro: 127 V	52
Voltaje Nominal Fase – Fase: 220 V	52
Voltaje Neutro.....	53
Desequilibrio de Voltaje	54
Análisis de la Corrientes de fase (línea)	54
Desequilibrio de Corriente	55
Factor de Potencia.....	55
Análisis de Potencias.	56
Potencia Activa	56
Potencia Aparente	57
Potencia Reactiva.....	59
Demanda Eléctrica de la Empresa de la Industria	59
Armónicos de Voltaje	60
THD de Voltaje.....	60
Armónicos de Voltaje en el Neutro.	61
Armónicos Individuales de Voltaje en el Neutro.....	62
THD de Corrientes	62
Armónicos Individuales de Corriente	64
Armónicos de Corriente en el Neutro.	64
Propuesta de mejoras energéticas	66

Diseño de gestión energética en IMC bajo la norma ISO 50001	66
Contexto de la organización.....	66
Comprensión de la distribución y su contexto	66
Comprensión de las necesidades y las expectativas de las partes interesadas.....	68
Marcador no definido.	
Determinación del alcance y límites del sistema de gestión energético	71
SGEn.....	72
PLAN N°1.....	72
Liderazgo	74
Compromiso y liderazgo.....	74
Política Energética	75
Autoridades, roles y responsabilización	76
Planificación	77
Riesgos y oportunidades	78
Objetivos y metas.....	78
Revisión energética.....	80
Indicadores de desempeño energético	81
Línea Base Energética.....	82
Uso y consumo futuro de la energía	82
Planificación de datos para el registro del consumo y recopilación de energía.....	83
Competencias.....	88
Capacitaciones internas.....	88
Comunicación	89

Canales internos	89
Canales externos:	89
Actualizar documentos sistemáticos y planes de comunicación.....	89
Diseño	91
No conformidad y acción correctiva.....	92
Mejora continua	92
Discusión de resultados.....	93
Diagrama de estratificación	93
Área y energético objeto de estudio.....	93
Gráficos de control.....	93
Diagrama de dispersión E vs P (2022 - febrero 2023).....	94
Diagrama de Índice de consumo vs Producción de paneles metálicos.....	94
Plan de mejora continua.....	94
Diseño de Gestión Energética en IMC bajo la norma ISO 50001	97
Conclusiones	98
Recomendaciones	99
Bibliografía	99
ANEXOS	107

Lista de tablas

Tabla 1 Factores de transformación Toneladas Equivalentes de Petróleo	29
Tabla 2 Datos de la placa del transformador 10622.....	35
Tabla 3 Niveles de voltaje y el rango admisible	36
Tabla 4 Taza de distorsión de corriente Armónica.....	40
Tabla 5 Influencia de los energéticos en IMC en TEP en el periodo del año 2022 hasta febrero del 2023.....	44
Tabla 6 Influencia de los energéticos en las áreas de IMC en TEP en el periodo del año 2022 hasta febrero del 2023.....	44
Tabla 7 Tabla de producción y consumo energético en IMC en el periodo del año 2022 hasta febrero del 2023.....	46
Tabla 8 Total, promedio desviación estándar muestral, LCS y LCI de la producción y el consumo energético	47
Tabla 9 Tabla de producción e índice de consumo en IMC en el periodo del año 2022 hasta febrero del 2023.....	51
Tabla 10 Datos del voltaje Nominal Fase – Neutro 127 V	52
Tabla 11 Datos del voltaje Nominal Fase – Fase 220 V	52
Tabla 12 Datos del voltaje.....	54
Tabla 13 Datos de corriente	55
Tabla 14 Datos de Factor de potencia en IMC.....	55
Tabla 15 Datos de potencia Activa en IMC	56
Tabla 16 Datos de potencia aparente en IMC	57

Tabla 17 Datos registrados de la potencia reactiva en IMC.....	59
Tabla 18 Datos registrados de THD de voltaje	60
Tabla 19 Armónicos de voltaje en IMC	61
Tabla 20 Datos registrados de armónicos en el voltaje en el neutro	61
Tabla 21 Datos de los armónicos individuales de voltaje en el neutro	62
Tabla 22 Corriente de línea por unidad.....	62
Tabla 23 Datos registrados de THD de corriente en IMC.....	63
Tabla 24 Datos de armónicos de corriente en IMC.....	64
Tabla 25 Datos de los armónicos de corriente en el neutro	65
Tabla 26 Datos registrados de los armónicos individuales de corriente en el neutro	65
Tabla 27 Comprensión de las necesidades y las expectativas de las partes interesadas externas e internas en IMC.....	69
Tabla 28 Alcances aceptables y no aceptables en IMC (Industria Metálica Cotopaxi).....	72
Tabla 29 Sistema de Gestión Energética en IMC basado en la ISO 50001:2018	72
Tabla 30 Compromiso, Liderazgo y objetivos en IMC emitido por la alta gerencia	74
Tabla 31 DAFO en la compañía IMC	78
Tabla 32 Metas y Objetivos emitidos en la planificación energética en IMC	78
Tabla 33 Desempeño Energético en las Industrias.....	81
Tabla 34 Oportunidades de mejora en IMC	82
Tabla 35 Ejemplo de interrogantes que se pueden establecer en las encuestas	86
Tabla 36 Ejemplo de interrogantes que se pueden establecer en las encuestas	87
Tabla 37 Cumplimiento o incumplimiento de los factores eléctricos según las normas nacionales e internacionales.....	95

Lista de figuras

Figura 1 Modelo de gestión ISO 50001	13
Figura 2 Lapso de mejora continua y factores involucrado bajo la norma ISO 50001.....	14
Figura 3 Diagrama de Pareto	18
Figura 4 Explicación con elementos de un gráfico de control.....	19
Figura 5 Ejemplos de gráficos de dispersión y correlación	20
Figura 6 Ejemplo de diagrama de consumo vs producción	20
Figura 7 Ejemplo de tendencia de consumo	21
Figura 8 Ejemplo de diagrama de transformadores de eenergía	22
Figura 9 Organigrama de la compañía IMC año 2015.....	23
Figura 10 Diagrama de flujo del cumplimiento de la metodología	26
Figura 11 Áreas de administración en IMC (Industria Metálica Cotopaxi).....	27
Figura 12 Áreas Producción 1 en IMC (Industria Metálica Cotopaxi).....	27
Figura 13 Áreas de Producción 2 en IMC (Industria Metálica Cotopaxi)	28
Figura 14 Analizador de redes Fluke 435-II	33
Figura 15 Conexión trifásica en el Transformador 10622 en IMC.....	34
Figura 16 Diagrama fasorial de corrientes y voltajes de las 3 fases desfasado en 0°, 120° y 240°	35
Figura 17 Guía de implementación e interpretación de requisitos del estándar ISO 50001:201842	
Figura 18 Influencia de los gastos energéticos en IMC del periodo del año 2022 hasta febrero del 2023.....	43
Figura 19 Diagrama de Pareto con datos de la Tabla 5.....	44
Figura 20 Diagrama de Pareto con datos de la Tabla 6.....	45
Figura 21 Diagrama de control de la producción de paneles (2022-2023).....	47
Figura 22 Gráfico de control del consumo energético en KWh (2022-2023).....	48
Figura 23 Diagrama de producción de paneles en el tiempo (P vs T)	48
Figura 24 Diagrama de consumo energético en el tiempo (E vs T).....	49

Figura 25 Comportamiento de la tendencia entre la producción y el consumo energético.	49
Figura 26 Gráfico de dispersión Energía vs Producción de paneles metálicos.....	50
Figura 27 Gráfico de IC vs Producción de paneles metálicos	51
Figura 28 Comportamiento del voltaje en Neutro	53
Figura 29 Análisis de corrientes.....	54
Figura 30 Comportamiento potencia Activa.....	57
Figura 31 Comportamiento de la potencia aparente	58
Figura 32 Comportamiento de la potencia activa media semanal en IMC	60
Figura 33 Análisis PESTEL de la compañía IMC (Industria Metálica Cotopaxi).....	67
Figura 34 Partes interesadas internas y externas en la organización de IMC.....	68
no definido.	
Figura 35 Diagrama de IMC que indica las zonas y tipos de energía utilizadas.	71
Figura 36 Comunicado oficial de alta gerencia del compromiso de toda la organización.	75
Figura 37 Ejemplo de la Estructura del comité energético de forma orgánica del equipo de gestión energética emitida por alta gerencia de IMC.....	76
Figura 38 Planificación energética en IMC	77
Figura 39 Diagrama de Pareto de las áreas de consumo energético significativo en la compañía IMC en el periodo 2022-2023.....	80
Figura 40 Diagrama de Niveles funcionales de los IDEn en IMC.....	82
Figura 41 Recursos del personal de IMC.....	85
Figura 42 Escala de Likert	87
Figura 43 Ejemplo de los reportes en Google Sites por parte de IMC	89
Figura 44 Diagrama energético productivo de IMC	91

Lista de ecuaciones

<i>Ecuación (1)</i>	29
<i>Ecuación (2)</i>	30
<i>Ecuación (3)</i>	30
<i>Ecuación (4)</i>	31
<i>Ecuación (5)</i>	31
<i>Ecuación (6)</i>	31
<i>Ecuación (7)</i>	32
<i>Ecuación (8)</i>	35
<i>Ecuación (9)</i>	37
<i>Ecuación (10)</i>	37
<i>Ecuación (11)</i>	39
<i>Ecuación (12)</i>	39
<i>Ecuación (13)</i>	39
<i>Ecuación (14)</i>	39

Lista de anexos

Anexo A Esquema completo de la Compañía IMC.....	107
Anexo B Recolección de datos sobre el consumo energético en el periodo 2022- febrero 2023.....	108
Anexo C Unidades que se utilizaron para las respectivas transformaciones.....	109
Anexo D Recolección de datos sobre la producción de paneles metálicos en el periodo 2022- febrero 2023.....	1109
Anexo E Actividad Productiva en IMC.	111
Anexo F Ejemplo de carta que estiman los objetivos y metas por Alta Gerencia en IMC.	112
Anexo G Recolección de Datos Energética VS producción.....	113
Anexo H Formato ejemplo de formulario para la recolección de consumo energético	114
Anexo I Formato ejemplo de formulario para la recolección de producción.....	115
Anexo J Formato ejemplo de formulario para la recolección de ingresos económicos	116
Anexo K Inventario de la maquinaria en IMC	117
Anexo L Formato ejemplo de formulario para control de maquinaria en IMC.....	119
Anexo M Formato ejemplo de formulario de control operacional del SGen.....	120
Anexo N Formato ejemplo de formulario de valoración del SGen.....	121
Anexo O Formato ejemplo de formulario de Registro de Auditorías Energéticas e Internas en IMC	122
Anexo P Formato ejemplo de formulario de revisión de resultados del SGen.....	124
Anexo Q Formato ejemplo de formulario de Registro de No Conformidades en contexto con el SGen	125
Anexo R Requerimientos Legales	126

Introducción

La conservación de la energía en las industrias ecuatorianas es un tema bastante controversial y de mucha importancia debido a que el consumo de energía eléctrica a nivel nacional es bastante alto, en Ecuador los registros máximos de energía eléctrica "en el año 2018 de 4.025.59 MW, incrementado así un 8.13% en el año 2021. Las industrias en Cotopaxi tienen un periodo de trabajo de 24/7 es decir; 24h los 7 días de la semana, por lo que el consumo de energía en esta provincia es de 466,43 GWh" (ARCONEL, 2021)

Dicha conservación se basa en el control individual de los indicadores de energía los cuales determinan los espacios de mayor necesidad en las que se debe implementar las mejoras de eficiencia y ahorro energético, así como también son las herramientas principales para analizar la relación económica-productiva y consumo-producción, por lo que principalmente proporcionan un cimiento sólido para obtener una línea base y formular objetivos y metas cuantitativas. Cabe mencionar que el diagnóstico energético fiable y sistemático mediante los indicadores específicos en Industria Metálica Cotopaxi (IMC) es el mejor aliado para asociar las regulaciones nacionales e internacionales (ACERNN 002/20, IEEE-519/1159) y relacionar el plan de mejora continua mediante el cumplimiento de las mismas para contrastar si la calidad de energía equipos que se vean involucrados y evitar la mala operación continua.

Justificación

En los sectores privados y públicos es necesario e indispensable la reducción de costos, pagos y consumos, ya que representa un alto porcentaje en sus activos, y no existen sistemas, ni indicadores que permitan hacer un monitoreo continuo del consumo energético, es importante para la compañía Industrias Metálicas Cotopaxi establecer indicadores de consumo establecidos mediante la norma ISO 50001, ya que permite hacer un monitoreo constante y continuo, para

lograr políticas de gestión energética sin disminuir la calidad energética en las áreas de la compañía, esta implementación ha de producir ahorros energéticos y económicos, sin dejar de lado los beneficios ambientales.

Se plantea un diseño de SGen (Sistema de Gestión Energética) acoplándose a las nuevas condiciones productivas de la compañía y sobre todo a su entorno, esto debido a que hasta el año 2017 su producción se basaba en: paneles metálicos para puertas, forjados, hornos de pan, cocinas y amasadoras industriales ya en 2018 se reorganizó la producción, lo que llevó a separar procesos productivos y por ende la reducción de productos y reubicación de maquinaria, por lo que la producción actual de IMC (Industria Metálica Cotopaxi) es dedicada a los paneles metálicos para puertas y cortes de material (G. Tovar, comunicación personal, 9 de junio de 2023)

El resultado de dicho diseño permite que cumpla con una metodología de una política ISO 50001 y con este procedimiento se busca la sostenibilidad en el transcurso del tiempo, independientemente los cambios que se hagan en áreas administrativas, ya que es un beneficio colectivo.

Planteamiento del Problema

En la compañía Industrias Metálicas Cotopaxi no disponen de un control energético, ni mucho menos con un SGen (Sistema de Gestión Energética) acoplado a las nuevas condiciones productivas, que para ser una compañía industrial simboliza una baja eficiencia energética.

A pesar de la falta de optimización energética, es parte de una serie irreparable de problemas ambientales más del 55 % de sectores públicos y privados no emplean normas adecuadas y necesarias para remediar dichos daños.

Por lo expuesto, se deduce realizar un SGEN dedicado a las nuevas condiciones productivas de la compañía para optimizar el consumo energético que beneficien de la siguiente forma: tener un control adecuado, reducir costos de consumo energético y, por último, pero no menos importante, emisiones de gases, es por ello por lo que se propone en este presente trabajo de investigación y lograr que esté encaminada en la norma ISO 50001 funcione a corto, mediano y largo plazo.

Formulación del Problema

¿Existe un elevado consumo de energía en las nuevas condiciones productivas de IMC provocando altos consumo energético eléctrico y emisiones de CO₂ por un inadecuado manejo energético?

Objetivo General

Diseñar un Sistema de Gestión Energética bajo las nuevas condiciones productivas en la compañía Industrias Metálicas Cotopaxi según la norma ISO 50001 para la mejora continua en el desempeño energético.

Objetivo Específicos

- Identificar los energéticos con mayor incidencia en la compañía Industrias Metálicas Cotopaxi, a partir del diagrama de Pareto para la determinación del energético objeto de estudio.
- Identificar los equipos o áreas con mayor consumo energético mediante el diagrama de Pareto y la medición del consumo in situ, para el cálculo del índice de consumo.
- Determinar el índice de consumo para los equipos o áreas, a partir de las herramientas de gestión energética para el monitoreo continuo del IC (índice de consumo).
- Proponer un plan de mejoras a partir de mediciones in situ de la observación y revisión de los equipos para su implementación en la mejora continua.

- Establecer las etapas del SGen a partir de la norma ISO 50001 para el mejoramiento continuo del proceso productivo.

Hipótesis

La oferta de diseño de un SGen bajo la ISO 50001 bajo las nuevas condiciones productivas de la compañía Industrias Metálicas Cotopaxi, permitirá establecer los indicadores energéticos principales para el control del desempeño energético.

Antecedentes

IMC (INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI) es una compañía familiar ubicada en el sector productivo e industrial en la ciudad de Latacunga, provincia Cotopaxi por más de 25 años, que juntamente con: Ecu Limpio, Bloq Center y Hornipan pertenecen al grupo empresarial “Aníbal Culqui”. Con el apoyo de distribuidores autorizados a nivel nacional, y 3500 metros cuadrados para sus procesos productivos, 20 trabajadores distribuidos de forma organizacional, hace que esta compañía se involucre en la norma ISO 50001.

IMC dedicada a la producción de paneles metálicos para puertas, forjados, piezas de hornos, cocinas y amasadoras industriales junto con varios trabajos hasta el año 2017, ya en el año 2018 la producción de piezas de hornos, cocinas y amasadoras industriales fue removida de IMC, y ubicada en la compañía “Hornipan” ya que dichos productos pertenecen a la línea de producción de esta compañía.

Cabe recalcar que IMC ha tenido una oferta de diseño de gestión energética bajo la norma ISO 50001 cuando la compañía contaba con siete líneas de producción de ese periodo por lo que Guamangallo (2015) en su trabajo de titulación del diseño de un SGen para IMC manifiesta que “usando el diagrama de Pareto se idéntica el área que más consume energía,

establece balances energéticos y con la ayuda del dispositivo trifásico Fluke 1735 se identifican fallas eléctricas, por lo que propone una campaña de concientización y rediseño eléctrico”

La eficiencia energética en las instituciones está desarrollada con el fin de saber gestionar las instituciones, por lo que es necesario indagar técnicas, métodos para incluir en los métodos de acción un modelo de gestión energética con el objetivo de tener acciones más efectivas y mejoramiento continuo energético. Gancino (2018).

Así mismo el correcto consumo energético se convierte en un aliado de rendimiento en las instituciones objeto de estudio, por lo que Gancino (2018) manifiesta que “MEER (ministerio electricidad y energía renovable) centrado en la creación y los incentivos en diversas organizaciones que aplican un plan con impacto nacional de Eficiencia Energética Industrial (EEI) con el fin de disminuir el consumo energético que provoca impacto ambiental.

Por otra parte, existen varios trabajos de investigación acerca del SGE en donde se han evaluado junto con varias empresas industriales e implementado varios diseños sobre la conservación de la energía siendo así: Monga (2018) en su trabajo investigativo para evaluar un sistema energético en Embutidos la Madrileña apoyada de la norma ISO 50001 expone que se determinó que algunas barras del sistema no efectúan con límites de variaciones en referencia al voltaje llegando a variaciones altas y para identificar oportunidades de conservación energética fructificando el recurso luminoso solar. “A partir de las propuestas planteadas, se redujo el consumo energético anual en al menos un 5,93%, en comparación con el consumo registrado durante el año 2017” (Monga, 2018).

En otro trabajo de investigación, Panchi (2018) elabora un diseño de desarrollo energético apoyada de la política ISO 50001 en CEDAL, concretamente en el departamento que corresponde a toda el área de mantenimiento y concluye que; la empresa debe cumplir todas las

expectativas a los beneficiarios en términos productivos, ambientales y económicos, para alcanzar hacer un buen uso de la energía a través de manuales, instructivos y nueva tecnología en cada línea de producción y que como resultado; dicho diseño cumple con todos los puntos de la ISO 50001 de conservación de la energía, disminuyendo el consumo de “482650 kWh representado un 5% a la última medición de planillas eléctricas y promete mejoras continuas a nivel global de la empresa y sobre todo en el área donde intervienen procesos químicos se proponen cambios para mejorar la eficiencia energética” (Panchi, 2018).

Estado del Arte

Energía

La energía es la fuerza impulsora de la vida y de la evolución de los organismos asociados a ella funciona y con mejor uso. Según Correa, González & Hernández (2017) en su tesis de grado señala que “En los últimos años se han convertido en un tema de trascendencia mundial, el tema de la energía que afecta a la sociedad directos, tales como: precios del petróleo, los efectos medioambientales, eficiente y conservación de energía”, de acuerdo con el crecimiento en todos los países contiene partes fundamentales, la energía y la economía lo conforman y es que se pueden desarrollar de manera industrial y doméstica (Arteaga, 2020). La definición de la energía se utiliza para describir y comprar comportamientos varios como son; la transmisión de calor, funcionamiento industrial, corriente eléctrica y científicamente generaliza que tiene la capacidad de desarrollar un trabajo venciendo la resistencia de un trabajo o moviéndolo (Albuja, 2018)

La energía debe ser medible y especificada en calidad y cantidad, es por ello por lo que Ruiz & Mitre (2018) Manifiesta en su trabajo de que la eficiencia energética es una relación cuantitativa en relevancia al desempeño de la energía.

Para cumplir las propuestas de conservación de medio ambiente, y la energía de cada industria, se considera que el mejor de los caminos la primera instancia es, alcanzar que el uso de estas sea más razonado, permitiendo así disminuir el consumo y lograr el correcto manejo para la eficiencia en el abastecimiento, inversión y manejo, y no afecta a la calidad, productividad o comodidad (Bravo & Piguabe, 2021).

Energía en el Ecuador

ARCERNNR-009/2022 (2022), decretó que “la tarifa nacional promedio del servicio eléctrico seguirá en 9,2 centavos ¢USD/kWhm(Kilovatiohora), sector industrial con 5707,40 GWh” y se denota que el bajo costo en estos sectores permite que exista desarrollo productivo dentro del contexto energético favorable (ARCERNNR, 2020)

Según León y Guillen (2020) en su trabajo de investigación manifiestan que es de carácter importante que el “92% de la generación de energía en el país proviene de centrales hidráulicas, el 7% de térmicas y el 1% de fuente no convencionales, y el 80% del consumo de la energía nacional se concentra en la región sierra”

Cabe recalcar que Ecuador cuenta con varias leyes de regularización de las energías y en los sectores industriales o grandes consumidores cada vez y cuando son penalizados con multas por bajo factor de potencia, por lo que Prevez y Seisdodos (2019) en su trabajo de investigación expresan que “se aplica una penalización cuando el FP es menor al 0.90 o una bonificación cuando el FP es mayor al 0.90 conforme a lo establecido por el suministrador de energía eléctrica”

Eficiencia Energética

La eficiencia energética hace referencia al aprovechamiento medido, controlado de la energía por lo que no implica que se haga a un lado la calidad de esta, si no de que se realicen las mismas actividades productivas sin derrocharla. (Ministerio del Ambiente, 2018)

Manejo de la Eficiencia Energética en Ecuador

El uso medido del consumo energético en Ecuador se ha logrado enumerar planes y procesos de eficiencia energética, especialmente a las industrias por lo que se hace referencia a las leyes de manejo:

Ley de eficiencia energética (2019) manifiesta que “el 87 % de la energía consumida en Ecuador descende de plantas hidroeléctricas. Ecuador, muestra pocos avances dentro de los SGEN, entonces el Congreso de la Asamblea Nacional aprecia tanto a nivel nacional como internacional con 155 a favor” para el cumplimiento de esta ley.

Por lo tanto, la política nacional de eficiencia energética debe estar dirigida a desarrollar, motivar y facilitar todo tipo de intervenciones con el fin de incrementar la eficiencia a escala nacional, lo que se entiende por la correcta definición e implementación de precios, dentro del margen institucional, legislaciones y reglamentos para facilitar los sistemas vial y tributario, ayudas, información viable y servicios públicos rápidos que las facilitan.

Sin duda, esto trae avances significativos en la disputa contra las emisiones de CO_2 y promueve el desarrollo humano. Así mismo apoya el cambio de hábitos eléctricos en el país, infraestructura e incentivos regulatorios que corresponde a los esfuerzos en esta dirección y no quiere dar recetas, es conveniente revisar y planificar actividades en base a los especialistas en gestión energética de todos los niveles están capacitados para preparar un acuerdo de gestión

sobre la selección de organizaciones certificadas según la norma ISO 50001 que sabe exactamente qué hacer. (Peña, et al. 2019)

La ESE (empresas de servicios energéticos) aplica en varias direcciones y en este caso se hace referencia a los estudios energéticos realizados en grandes industrias como: hoteles, centros comerciales y edificios públicos. Los cuales pertenecen a la segunda dirección. (Robles-Rojas, K. D. L. Á. 2019)

Regulaciones nacionales e internacionales de la calidad de energía

Norma Nacional ACERNN 002/20 (2023) hace referencia a la evaluación del cumplimiento de rangos para el control de energía no renovable considerando que los mayores consumidores deben tener un control sobre los niveles de voltaje, la disposición y comercialización de energía eléctrica, y cumplimiento con los rangos de calidad” esto con el fin de abastecer un buen servicio, en caso de incumpliendo de los mayores consumidores estos serán sancionados económicamente.

Norma Internacional IEEE-1159 (2014) manifiesta que “se deben cumplir los parámetros sobre la presencia de los armónicos ya que crean desperfectos en los equipos y aparición de corriente parásita”

Norma Internacional IEEE 519 (2019) expone que “clasifica las anomalías electromagnéticas que son producto de los inconvenientes en la calidad energética como sobretensiones, bajos voltajes e interrupciones, dichos factores cuando no se encuentran reglados crean desbalance en las fases de los transformadores”

Principales causas que inciden en el consumo energético

Diferentes elementos que inciden en el consumo de energías se ven reflejados mediante la facturación del servicio eléctrico por lo que existen multas o recargos que impone la resolución

No. 004/04 de ARCONEL y considera que el nivel de voltaje, factor de potencia y perturbaciones son elementos clave para considerar la calidad productiva.

Armónicos

En estudios energéticos la alta incidencia del consumo analiza las cargas no lineales por ende los armónicos cuando no se encuentran regulados, llegan a generar inconvenientes como mal funcionamiento en los sistemas de protección por lo que la vida útil de los equipos reduce y efectivamente existe la presencia de disminución de potencia activa. (Incio, 2019)

Mantenimiento

El mantenimiento consiste en asegurar el buen estado equipos o herramientas para que su funcionamiento continúe siendo eficaz y confiable para el operario, existen 3 tipos de mantenimiento los cuales son:

-Correctivo: Ocurre de manera inesperada y se destina reparaciones o sustituciones del activo.

-Preventivo: Se establece reparaciones programadas para minimizar la probabilidad de falla de los activos.

-Predictivo: Consiste en monitorear los activos y dar seguimientos para que la intervención sea inmediata.

Baja efectividad de los procesos productivos

Las pérdidas por procesos productivos ocasionan pérdidas que trasgreden en el consumo energético y se manifiestan de la siguiente manera:

-Pérdidas por falta de producción

-Pérdidas por detención planificadas o no planificadas

-Disponibilidad de los dispositivos

-Fallas en los dispositivos

Rendimiento de los equipos

El rendimiento de los equipos se ve reflejado en las pérdidas de velocidad en los dispositivos que influyen en la producción, así como atascamientos por lo que promedio de la calidad va de la mano con la pérdida de tiempo al fabricar productos con defecto o por falta de material. (Maigua, 2019)

Requisitos legales

(Peña y otros, 2019) en su tesis de grado manifiestan que los requisitos legales en Ecuador para asociarlos con la norma ISO 50001 que manifiesta la conservación energética son expresados así:

Constitución Política De La República

Ley Orgánica Del Servicio Público De Energía Eléctrica (2018) expresa que “su objetivo es garantizar los servicios públicos de energía eléctrica de conformidad con los principios constitucionales de obligatoriedad, disponibilidad, regularidad, continuidad, calidad, sostenibilidad ambiental, para regular la ejecución de las obligaciones del Estado en contexto de gestión de los servicios públicos energéticos”

Ley orgánica de eficiencia energética, (2019)

Ley Orgánica De Eficiencia Energética (2019) expresa que “el fin de establecer el marco legal y régimen de funcionamiento del Sistema Nacional de Eficiencia Energética – SNEE, y promover el uso eficiente, racional y sostenible de la energía en todas sus formas para mejorar la seguridad energética del país”

Energéticos

Gran parte de los productos energéticos que cotidianamente se consumen como, por ejemplo: EE (energía eléctrica), GLP (gas licuado de petróleo) o los combustibles líquidos, la energía y el butano, proviene de ciertos recursos energéticos que descendieron de la Tierra, como el petróleo y se determinan como energías primarias y son los energéticos más utilizados en la industria. (Florensa, 2018)

Desempeño e indicadores energéticos

El desempeño mediante los indicadores energéticos son herramientas utilizadas con el fin de determinar información necesaria para establecer metas u objetivos sistemáticos y cuantitativos por lo que cada indicador se evalúa individualmente, es decir, la correlación debe ser concreta como, por ejemplo; Energía consumida por producto (kWh/producto). Así mismo la obtención de indicadores energéticos brindan el apoyo en el que priorizan a las instalaciones o quipos para implementar las medidas de desempeño y desarrollo de mejoras continuas, en la situación actual de cualquier industria que se desee implementar con el fin de obtener ideales con los que se inicien propósitos mediante la tendencia de su evolución futura. (Arroyo, 2020)

El gasto de energía eléctrica se guía mediante los IDEn (Indicadores de Desempeño Energético) donde se obtiene valores cuantitativos, como también como medidas o cociente. Florensa (2018)

Norma ISO 50001

En 2011 en el mes de junio día 15 se publicó oficialmente la norma ISO 50001”, en la que establecer las exigencias que se debe tener EnMS para la mejora en el rendimiento, mejore su eficiencia y reduzca su impacto ambiental al reducir su consumo, haciéndola más competitiva en las plazas en los que participa (Agencia de Sostenibilidad Energética, 2018). Este modelo

expuesto en la Figura 1, suministra que las industrias u organizaciones involucren dicho sistema para que la calidad de la energía incremente junto con el cuidado ambiental. (ISO, 2018).

(ISO, 2018) manifiesta que el fin de implementar es:

“-Desarrollar una política para un uso más eficiente de la energía.

-Establecer metas y objetivos alineados con la política.

-Utilizar los datos para comprender mejor y tomar decisiones sobre el uso de la energía.

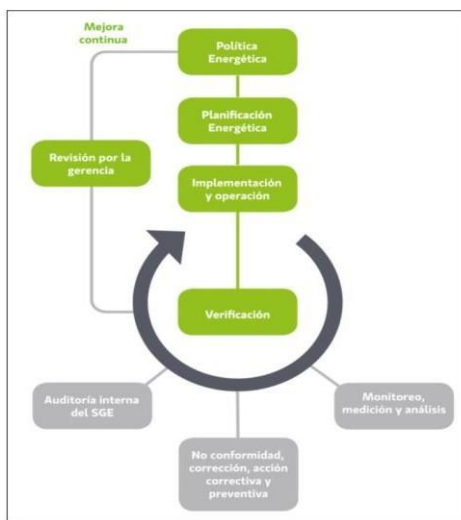
-Medir los resultados”

(ISO, 2018) manifiesta también

“-Revisar qué tan bien funciona la política. -Mejorar continuamente la gestión energética”

Figura 1

Modelo de gestión ISO 50001



Nota: Esta imagen hace referencia al proceso metodológico de la ISO 50001:2018, tomado de Flores, L., & Jáuregui, I. (2020).

Ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar)

El ciclo se cumple de manera cronológica como se especifica en la Figura 2 de la siguiente manera:

Planificar: La fase de planificación engloba el comportamiento del consumo energético en los establecimientos con el fin de crear controles y metas que sean necesarias y permitan el desempeño energético mediante las mejoras que se propongan. (Agencia de Sostenibilidad Energética, 2018)

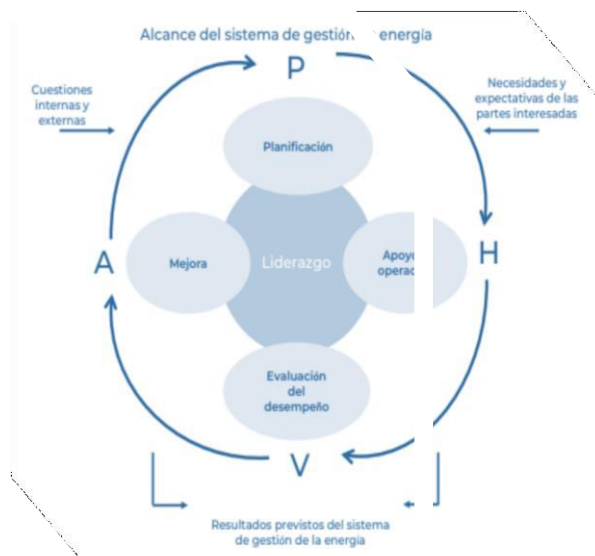
Hacer: Indaga e implementa operaciones y métodos usuales, el objetivo es mejorar el desempeño del consumo y controlar la producción. (Agencia de Sostenibilidad Energética, 2018)

Verificar: Radica en realizar monitoreo mediante la medición de procesos y productos basado en características que cumplan con las políticas de los objetivos claves y recolectar resultados. (Agencia de Sostenibilidad Energética, 2018)

Actuar: En esta parte se deben tomar acciones donde el principal factor sea el desempeño energético basado en los resultados recolectados. (Agencia de Sostenibilidad Energética, 2018)

Figura 2

Lapso de mejora continua y factores involucrado bajo la norma ISO 50001.



Nota: la imagen referencia al proceso metodológico del ciclo de mejora continua y que factores importantes intervienen en cada etapa de la norma ISO 50001, tomado de Flores, L., & Jáuregui, I. (2020).

ISO (2011) en los requerimientos del SGEN cataloga que “Las obligaciones principales son primordiales ya que la observación y mejora para un manejo energético eficaz”

Los requerimientos son secuencias que van de la mano con los requisitos modulares que convengan para que se realice un proceso sistemático y controlado. (Agencia de Sostenibilidad Energética, 2018).

Política energética

“Permite establecer objetivos de optimización del consumo energético, asegurando el ahorro energético mediante el cambio tecnológico, aprovechamiento óptimo energético, optar por el cambio o uso de energías alternativas, etc.

protección de una manera clara y comprensible” (Ministerio de Energía y Minas, 2018).

Por lo expuesto, Correa, González & Hernández (2018) en su trabajo de titulación manifiesta que “un SGE involucra la máxima potencia de la eficiencia de la energía”, ya que puede lograr con dos factores importantes que no se elijan de sí mismos:

1. “Un enfoque que combina medidas de ahorro, gestión, tecnología y organización para traducirse en mejores prácticas de consumo

2. Al renovar equipos existentes o nuevos, adoptar conocimientos tecnológicos y equipos de gran eficiencia y promover el uso de modelos de gestión energética” (Correa,

González &

Hernández, 2018)

Planificación energética

La planificación dentro del contexto energético una serie de evaluaciones comparativas para lograr analizar, comparar y obtener buenas prácticas en un lugar específico y estratégico para mejorar el uso energético y su desempeño. (ISO, 2011)

Requisitos legales.

ISO (2011) expresa que “todos los requerimientos legales aplicables para la eficacia del SGEN de acuerdo con el alcance del Sistema”.

Revisión energética.

ISO (2011) testifica que “se identifica, valora, analiza los procesos, infraestructuras, dispositivos, operarios que íntimamente están involucrados con el uso y consumo energético”

Línea de base energética.

ISO (2011) expresa que “se adquiere a través del análisis de variables que perturban el uso y consumo energético”

Indicadores de desempeño energético.

ISO (2011) expresa que “se corresponden claramente con la línea de base de energía y sirven para contrastar el desempeño energético”

Objetivo y planes de gestión energética.

Los planes de gestión energética se evalúan mediante objetivos cumplidos dónde deben estar íntimamente relacionados entre sí con la metodología ISO 50001, estos deben ser cuantitativos, controlados y congruentes. (ISO, 2011)

Auditoría energética.

Aldona Kluczek, et al. (2018) manifiesta que “en su estudio es el que permite analizar el flujo de energía y evaluar el ahorro de energía, es uno de los pasos de iniciativas de eficiencia energética que permite detectar posibles fallas en el proceso”

La auditoría va dirigida de cierta manera para lograr valorar el SGEN de energético de acuerdo con los objetivos y su cumplimiento específicamente planteados inicialmente y finales que es la implementación parcial o total del SGEN.

De acuerdo con lo expresado alta gerencia establecerá la frecuencia de estas y los requisitos que deben cumplir los auditores y que se registren los resultados de las auditorías, con eso la implantación accionaria (ISO, 2011)

Estratificación de datos

Reyes (2023) En su trabajo de investigación del diseño de gestión energético bajo la ISO 50001 utilizan cierta estratificación de datos donde agrupan datos mancomunados de acuerdo con las características habituales pensando de lo ordinario a lo específico y manifiestan que “las utilidades de la estratificación son:

- Conocer las causas o efectos de los problemas
- Determinar la influencia de carácter cuantitativo de las causas específicas sobre las usuales y sobre el efecto.
- Diferenciar las causas del efecto estudiado”

Herramientas de gestión energética para determinarla línea base y el índice de consumo

Ruiz (2023) en su trabajo de investigación manifiesta que las “herramientas de gestión energética se determinan que, al analizar el procedimiento energético y producción en un espacio de tiempo determinado, para supervisar cambios en el beneficio energético y reducir pérdidas mediante planes estratégicos a breve, mediano y extenso plazo”

Diagrama de Pareto

Ríos (2021) en su trabajo de investigación, manifiesta que el diagrama de Pareto está determinado en “gráficos especializados de información de manera descendente en porcentajes, es útil por identificar el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos” por lo cual se definen las siguientes utilidades:

- Determinar la efectividad de una mejora haciendo comparaciones antes y después de la mejora.
- Identificar los esfuerzos clave de un problema como se exhibe en la Figura 3.
- Predecir efectividad de mejora.

Figura 3

Diagrama de Pareto



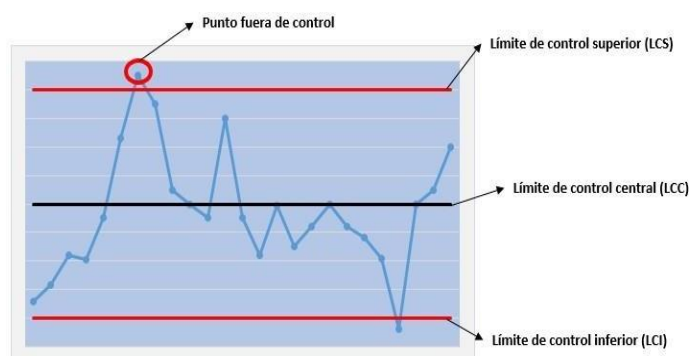
Nota: La imagen hace referencia a la distribución del diagrama de Pareto, como las barras que se representa en barras por los porcentajes acumulados de manera descendente, tomado de Ríos, (2021)

(E-P vs Tiempo) gráfico de consumo y producción en el tiempo

Ríos (2021) en su trabajo de investigación, manifiesta que “muestran la variación simultánea del consumo de energía basado en la fabricación realizada en el periodo, se ejecuta en cada dispositivo energético significativo de la empresa, muestra periodos de comportamiento anormales con la constante variación del consumo energético vs producción” como se exhibe en la Figura 4.

Figura 4

Explicación con elementos de un gráfico de control



Nota: La imagen hace referencia a la explicación de la distribución de elementos de un gráfico de control, como los límites superior, inferior y central, tomado de Ríos (2021)

(E VS P) diagrama de consumo – producción

Ríos (2021) en su trabajo de investigación manifiesta que “Se puede realizar dispositivo energético y por áreas, tomando en cuenta la producción asociada al portador por lo que su utilidad sirve para comprobar en qué medida la variación de los consumos energéticos se deben a variaciones de producción”

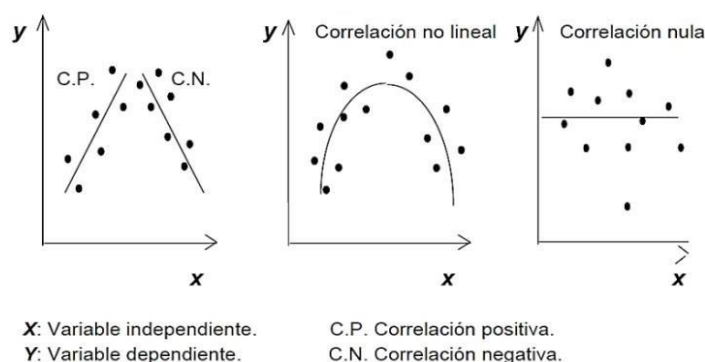
Así como también Reyes (2023) en su trabajo de investigación manifiesta que “si los componentes de un indicador de energía están correlacionados entre sí, establecer nuevos indicadores y determinar influencias de factores productivos”

Diagrama de dispersión y correlación

El objetivo es exponer en el diagrama para corroborar la correlación entre las dos variables y analizar el carácter ya que la utilidad se basa en demostrar con claridad si hay o no correlación, define nuevos indicadores de control y determina la atribución de los factores productivos en la empresa como se ve en la Figura 5 (Silva, Santos, Barreto & Carneiro, 2019)

Figura 5

Ejemplos de gráficos de dispersión y correlación



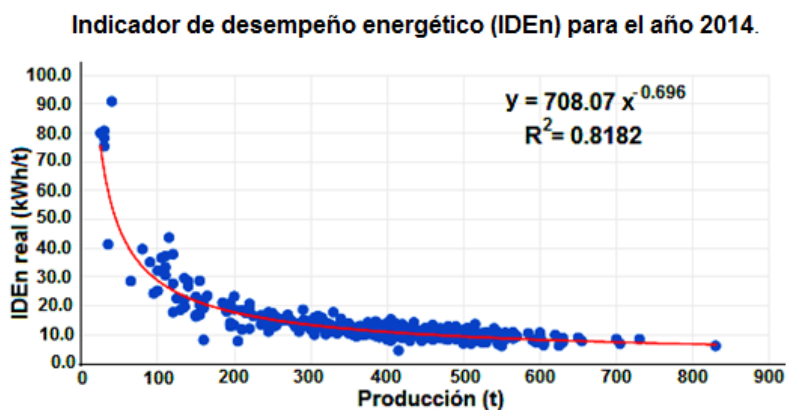
Nota: La imagen hace referencia al comportamiento de la correlación entre las dos variables del estudio como, por ejemplo: producción vs total kwh, esta debe ser mayor a 0.75, tomado de Silva, Santos, Barreto & Carneiro (2019)

(IC VS P) Diagrama de índice de consumo – producción

Silva, Santos, Barreto & Carneiro (2019) en su trabajo de investigación manifiesta que “Se debe decretar y trazar la curva teórica $IC=f(P)$ a partir de la expresión $E=f(P)$; los pares de datos reales (E/P, P) y adjuntar con el diagrama de IC vs P (E/P, P)” tal y como expresa la Figura 6.

Figura 6

Ejemplo de diagrama de consumo vs producción



Nota: La imagen hace referencia al diagrama de consumo vs producción donde se muestra la correlación que existe entre los componentes, tomado de Reyes (2023)

Gráfico de tendencias

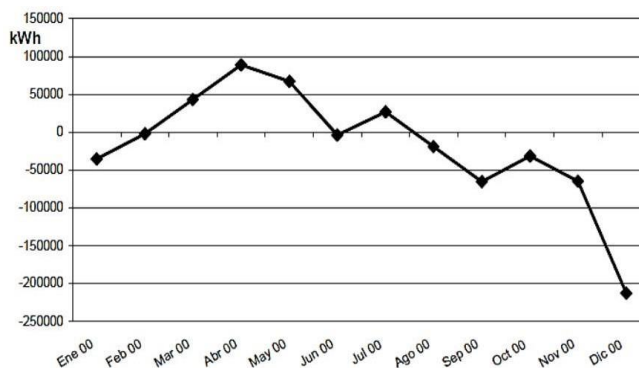
Silva, Santos, Barreto & Carneiro (2019) en su trabajo de investigación manifiesta que “Monitorea la tendencia en base a la diversificación de consumos energéticos con respecto al periodo base de comparación dado, para determinar cuantitativamente la extensión energética que consume o no en exceso relacionado al comportamiento del periodo base”

Utilidades:

-Conocer la directriz real de la compañía de acuerdo con la diversificación de los consumos energéticos, comparaciones de consumos energéticos entre periodos, magnitud de ahorro o gastos basados en el periodo base (Figura 7) y evaluar la efectividad del SGen.

Figura 7

Ejemplo de tendencia de consumo



Nota: La imagen hace referencia al diagrama de tendencia de consumo entre periodos, tomado de Ríos (2021)

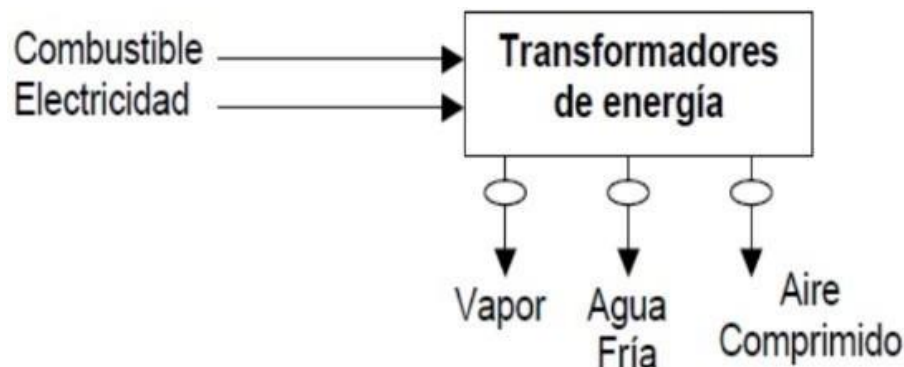
Monitoreo para el consumo de energía

Se debe considerar un diagrama energético productivo, donde se especifique las entradas de la energía y las salidas que se manifiesta como producto. Ríos (2021) en su trabajo de titulación manifiesta que para la recolección de datos las empresas “deben supervisar,

controlar y adquirir datos del consumo de energía de todas las áreas en tiempo real” existen muchos softwares para el monitoreo o dispositivos que colaboran a la verificación de eficiencia y eficacia como se expone en la Figura 8.

Figura 8

Ejemplo de diagrama de transformadores de energía



Nota: La imagen hace referencia al diagrama energético productivo y cómo funcionan los transformadores de energía, tomado de Global Energy

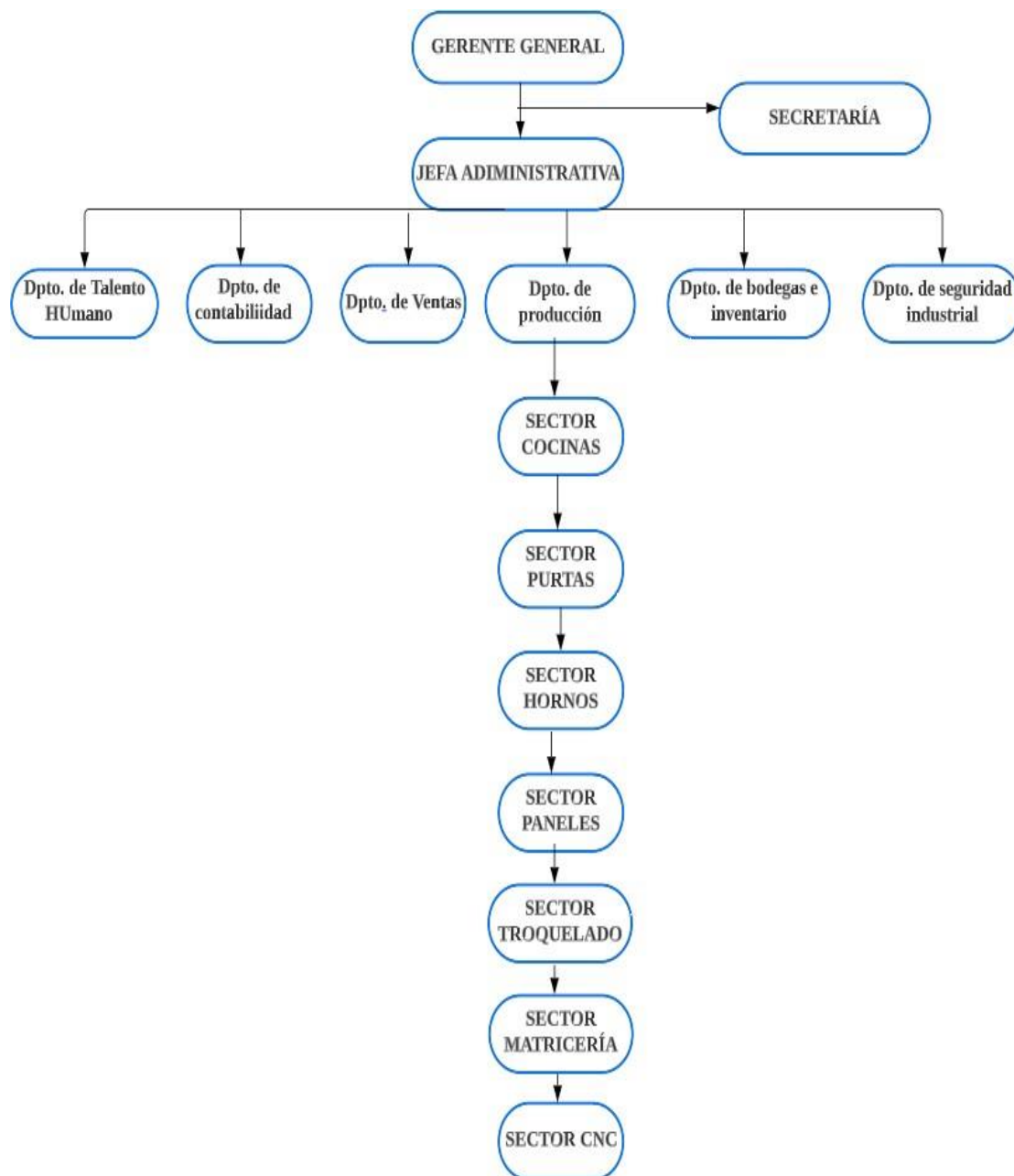
Se debe implementar monitoreo para supervisar los consumos que se registren, aunque se pueden hacer de manera manual basándose en el consumo de kWh de área en la que se consume. Panchi en su trabajo de investigación manifiesta que “CEDAL usa un monitoreo Scada y que la eficacia es del 90%”

Contexto organizativo en Industria Metálica Cotopaxi en 2015

Se debe exponer el contexto organizativo anterior en IMC en el año 2015 para comparar los procesos productivos que se han reorganizado ya que en el departamento de producción de IMC se contaba con 7 procesos productivos, y juntamente la Figura 9 expresa de manera jerárquica las áreas que integran.

Figura 9

Organigrama de la compañía IMC año 2015



Nota: Elaboración propia. Fuente: Guamangallo (2015)

Metodología

Tipo de enfoque

El trabajo presente cuenta con un enfoque cuantitativo, ya que se recopilan datos, los cuales son analizados y se vinculan los dos tipos de resultados para resolver un problema o comprobar la hipótesis planteada. Todo esto se basa en la teoría expresada por Hernández et al., (2018), en la cual se menciona que la investigación con enfoque cuantitativo usa la relación de los datos cuantificados, ya que permiten al investigador profundizar el análisis y la construcción del conocimiento en relación con el registro de recolección de datos de la influencia de energéticos y áreas, al mismo tiempo se considera una investigación básica descriptiva, debido a que los datos conseguidos servirán para ser comparados con los datos de otros estudios relacionados a SGEN en industrias del Ecuador y además con los resultados se podrán generar recomendación o soluciones para lograr cumplir los objetivos.

Métodos teóricos y empíricos que emplear

Para la elaboración del SGEN primordialmente se empieza y se realiza una investigación exploratoria, ya que se necesitan datos de consumo energético de la compañía Industria Metálica Cotopaxi, después de obtener datos se realiza las respectivas tabulaciones que se ordenan de acuerdo con los datos recolectados relacionados a las áreas determinadas y consumo de los energéticos, para lo cual se requiere un método analítico y realizar los cálculos estadísticos correspondientes en diagramas como Pareto para hacer análisis correspondientes.

Adicionalmente se implementa el método observatorio para verificación de actuales acciones por parte de la empresa y hacer correcciones respectivas (Vasquez, Carillo, Tona, Galíndez, Macías & de Díaz, 2018)

Método bibliográfico: Gracias a este método se logra acceder a material bibliográfico (revistas científicas, tesis, libros, entre otros) de utilidad para desarrollar el presente trabajo de investigación.

Técnicas e instrumentos

Recolección de datos: se realiza una adecuada estratificación de datos directamente por la administración de la empresa, con el fin de tener datos reales del consumo de los energéticos que se utilizan en la compañía IMC, y así asociarlos con los factores de conversión a Tep (Toneladas Equivalentes a Petróleo) para obtener la correlación en las mismas unidades, así mismo con las áreas de la empresa, se logra identificar el área donde existe mayor consumo de energéticos, una fuente, rápida y eficaz, para hacer tabulaciones y tener en orden, además, Casas et al.,2021 deduce que “es una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos reales” (2018, p 527).

Entrevista Personal: Para las recolecciones de datos de la productivos exactos en el periodo de tiempo seleccionado (2022-febrero 2023) se realizan visitas a la compañía IMC y se obtienen datos mediante la información clasificada que posteriormente se representan tabuladas.

Variables experimentales

Se determinan dos variables para este trabajo de investigación, se establece así:

Variables Independientes: Consumo energético y producción

Variable Dependiente: Índice de consumo

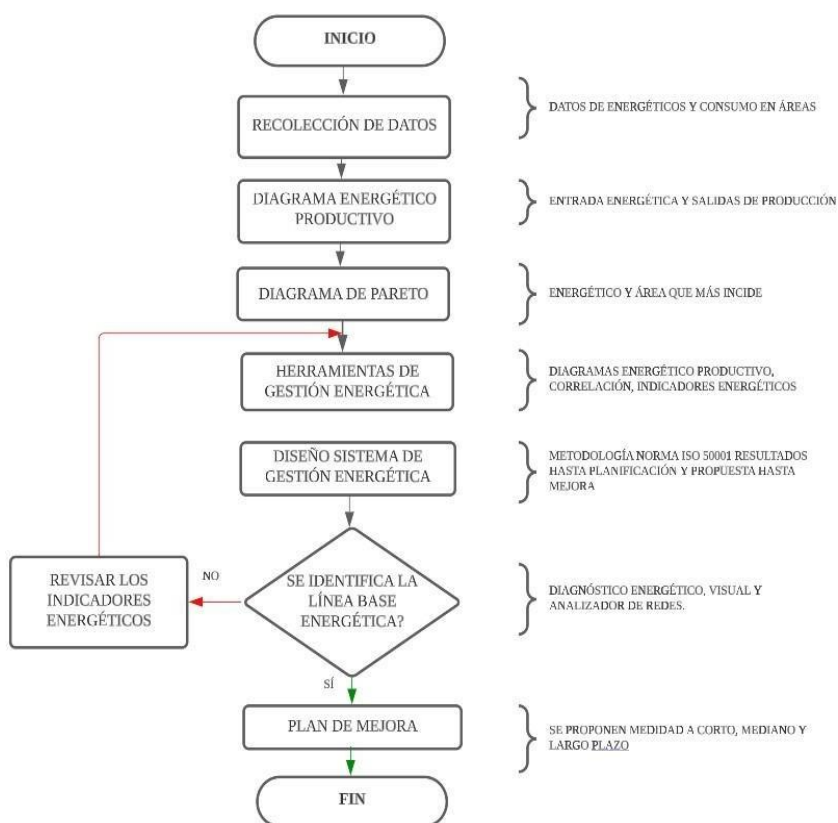
Diagrama de flujo de la metodología

Por el desarrollo y cumplimiento de los objetivos planteados se presenta una serie cronológica de ejecución de la metodológica como se exhibe en la Figura 10, basada en el orden

de los objetivos expresados con anterioridad, y usando tabulaciones, ecuaciones, diagramas y figuras que sustenten este apartado.

Figura 10

Diagrama de flujo del cumplimiento de la metodología



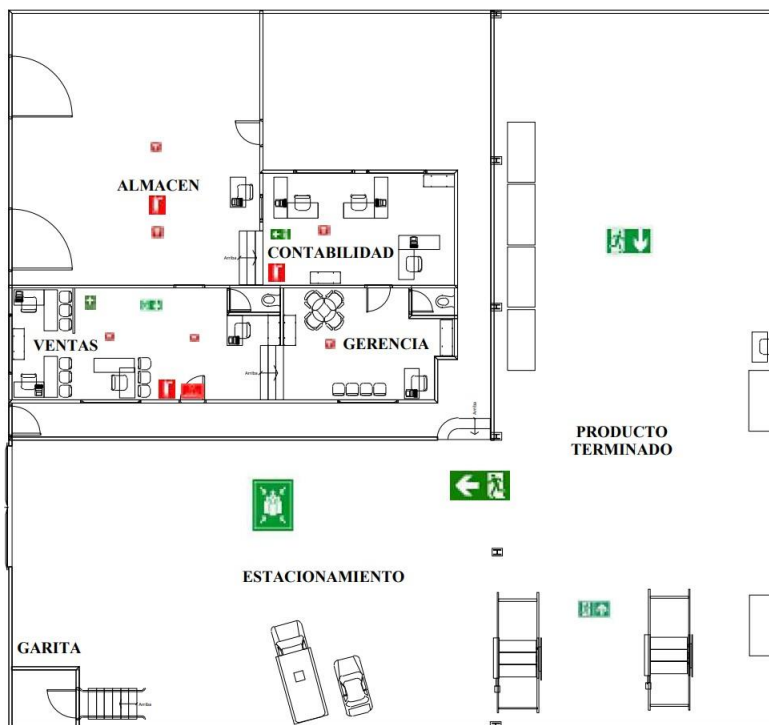
Nota: La imagen hace referencia al diagrama de flujo de cómo se va a desarrollar la metodología del presente trabajo de investigación, siguiendo el orden de los objetivos específicos propuestos al inicio.

Reconocimiento de las áreas en la compañía IMC (Industria Metálica Cotopaxi)

Es obligatorio reconocer las áreas en las que se encuentran distribuidas en la compañía Industria Metálica Cotopaxi para entender la metodología y ubicarnos en todo el contexto de la empresa y su producción tal y como se muestra en las Figuras 11, 12 y 13, también se adjunta el esquema completo de la empresa en el Anexo A.

Figura 11

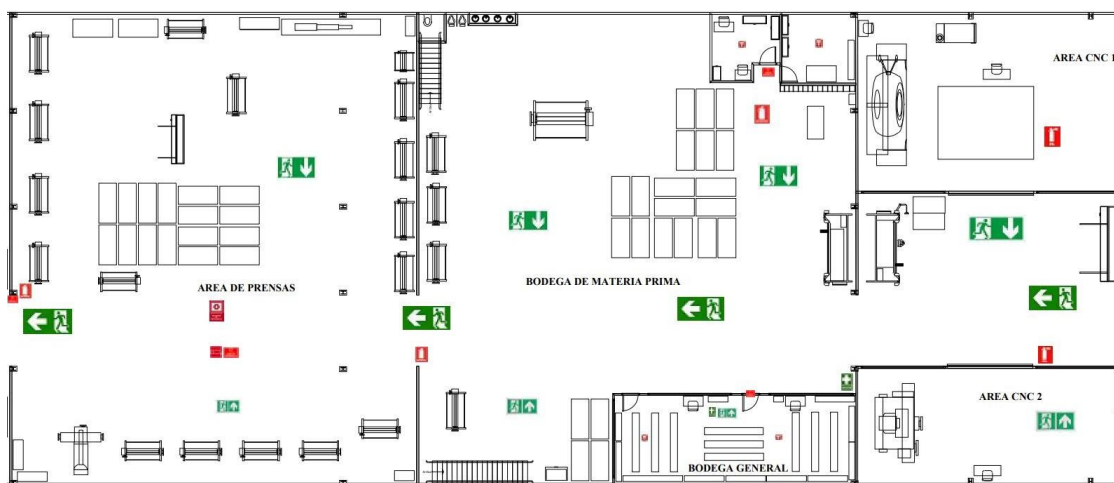
Áreas de administración en IMC (Industria Metálica Cotopaxi)



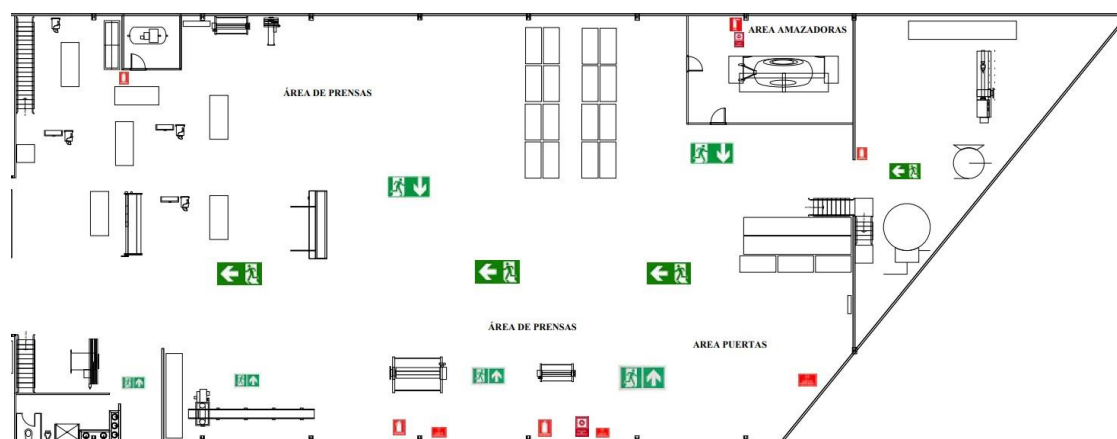
Nota: La imagen hace referencia al área identificada como “área administrativa” dónde se encuentra ubicado desde la garita de guardianía, administrativos, parqueaderos y se almacenan los productos terminados.

Figura 12

Áreas Producción 1 en IMC (Industria Metálica Cotopaxi)



Nota: La imagen hace referencia al área identificada como “área de producción 1” dónde se encuentra ubicado prensas, bodegas de materia prima.

Figura 13*Áreas de Producción 2 en IMC (Industria Metálica Cotopaxi)*

Nota: La imagen hace referencia al área identificada como “área de producción 2” dónde se encuentra ubicado prensas, y se almacenan parte de los paneles metálicos.

Procesamiento

EL diseño del SGEEn ha sido un conjunto de acciones y procesos que han distribuido en un periodo de tiempo seleccionado de la siguiente manera:

Recolección de datos

Recolección de datos preliminares de los energéticos utilizados en la compañía IMC, para examinar EL influjo de gatos energéticos basado en los ingresos económicos totales, así mismo se reconocen las áreas distribuidas en toda la compañía que son objeto de estudio en este proyecto presente, los datos se muestran tabulados y ordenados en el Anexo B, de acuerdo del tipo de energía utilizada, en este caso se utilizan datos de los siguientes consumos energéticos: electricidad, aceite lubricante, y diésel.

Para todos los procesos se toman en cuenta el consumo energético del año 2022 hasta febrero del 2023, donde la empresa aporta con datos de consumo energético, producción, para lo cual dichos datos se tabulan por energético, área y producción cuando se determina el energético objeto de estudio y este es el más incidente en la compañía.

Una vez recolectados los datos de los energéticos que se consumen en la compañía, y hacer las transformaciones correspondientes a Tep (Toneladas Equivalentes a Petróleo), logrando así trabajar con mismas unidades de energía como se exhibe en la Tabla 1.

Tabla 1

Factores de transformación Toneladas Equivalentes de Petróleo

ENERGÉTICO	FACTOR DE CONVERSIÓN
ELECTRICIDAD	0.0860 Tep/MWh
ACEITE LUBRICANTE	0.9600 Tep/T
DIESEL	1.0350 Tep/T

Nota: En la Tabla 1 se hace referencia en la parte izquierda a los energético con mayor incidencia en la compañía IMC, y en la parte derecha se encuentra su factor de conversión a TEP, elaboración propia basado en Núñez y Vela (2023)

Diagrama de Pareto

Posteriormente se utilizan gráficas que ordenan datos de manera inclinado de siniestra a derecha apartados en barras conocido como Diagrama de Pareto, dichos datos se encuentran en TEP las equivalencias, las unidades y densidades se especifican en el Anexo C se detallan datos de transformaciones, posteriormente se calcula el acumulado en porcentaje % como podemos ver en la Ecuación 1, en el cual el 80% de las barras son los energéticos, área o equipo se deben priorizar su manejo y su uso en la compañía, ya que se verifica que elemento es el del mayor consumo y en ese se debe implementar el SGEN debido a que es el objeto de estudio.

$$\frac{TEP \text{ (Cada energético)}}{\text{Sumatoria total del energético por áreas}} * 100 \quad \text{Ecuación (1)}$$

A continuación, se ejecuta el Diagrama Energético-Productivo, identificando los productos energéticos consumidos en los procesos dentro de la compañía Industria Metálica Cotopaxi, es decir las entradas de energía y los productos que se obtiene de la producción

Herramientas de gestión energética para determinar la línea base y el índice de consumo.

Al obtener el energético y área o equipo objeto de estudio, se crea una nueva recolección de datos referente a la producción (Anexo D), estos datos se utilizan para iniciar las herramientas de gestión energética y llegar a determinar la línea base, junto al índice de consumo que se desarrolla de la siguiente manera:

Media Muestral

En los diagramas de control de producción o consumo energético se puede calcular la media muestral, se obtiene el promedio de n mediciones en la producción y el consumo energético por áreas reconocidas, es igual a la adición de las mediciones fraccionada entre n, como expresa la Ecuación 2.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Donde:

Ecuación (2)

Xi: Valores recolectados

n: Muestra

Desviación Estándar

Se calcula la desviación estándar: como se ve en la Ecuación 3, calcula la dispersión de los valores de consumo energético y en la producción ya que permite analizar los datos se hallan más o menos cercanos a las medidas de posición.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Ecuación (3)

Se calcula la el LCS (límite de control superior) con la Ecuación 4:

Límite de control superior: Con el LCS se logra identificar el valor más alto de producción o consumo. Según Beaver, Beaver y Mendenhall (2018) “es el punto máximo de las mediciones del consumo energético en la compañía referente a la producción en el periodo seleccionado anteriormente. El intervalo $\bar{x} \pm 3\sigma$ contiene aproximadamente el 99,7 % de las mediciones”. Con el LCS se logra identificar el valor más alto de producción o consumo.

$$LCS = \bar{x} + 3\sigma \quad \text{Ecuación (4)}$$

Se calcula la el LCI (límite de control inferior) con la Ecuación 5:

Límite de control inferior: LCI se logra identificar el valor más bajo de producción o consumo. Según Beaver, Beaver y Mendenhall (2018) “es el punto mínimo de las mediciones del consumo energético en la compañía referente a la producción en el periodo seleccionado anteriormente. El intervalo $\bar{x} - 3\sigma$ contiene aproximadamente el 99,7 % de las mediciones”.

$$LCI = \bar{x} - 3\sigma \quad \text{Ecuación (5)}$$

Diagramas de Consumo vs Producción

En los diagramas de E vs P (Consumo-Producción) tanto para el consumo del energético objeto de estudio, lo óptimo son los gráficos de control, exactamente son dos gráficos y se ubican en 1 solo diagrama, esto para posteriormente establecer el diagrama de dispersión en conjunto con la línea de tendencia lineal, según Pulluguari (2019) “la correlación entre la producción y la energía debe ser mayor a 0.75” en el cual se genera la Ecuación 6 por parte del software (Microsoft Excel)

$$E = m.P + E_0 \quad \text{Ecuación (6)}$$

Nota: Donde E = consumo de energía en el periodo seleccionado. P = producción respecto al periodo seleccionado m = pendiente de la recta. E_0 = intercepto en el eje y, es decir la energía no asociada a la producción. mP = energía utilizada en el proceso productivo.

Diagramas de Índice de consumo vs Producción

En los diagramas de índice de IC vs P (Consumo – Producción) se realizan para la producción de los paneles de metal, esto con la ayuda de la Ecuación 7, se ejecuta el gráfico de dispersión y se forme la línea de tendencia potencial.

$$IC = m + \frac{E_0}{P}$$

Ecuación (7)

Propuesta plan de mejora

Se realiza un diagnóstico energético con el fin de valorar cuantitativamente y cualitativamente el consumo energético para determinar pérdidas, eficacia o despilfarros en los procesos productivos de IMC, e identificar potenciales de ahorro económico energético para establecer indicadores de control mediante destrezas de acción y sostenimiento, con estas propuestas de plan de mejora se definen medidas para reducir costos energéticos, es por esto que Pinduisaca, Almache, Moyano & Cárdenas (2019) en su trabajo de investigación manifiesta que los diagnósticos energéticos se consideran una fase básica de máxima categoría, para evaluar el grado de eficiencia energética compone la herramienta básica para cuantificar, dónde y por qué existe consumo energético, por lo cual es visual cualitativa y cuantitativa.

Visual cualitativa, debido a que se realiza un recorrido por las instalaciones energéticas de la compañía IMC, que consiste en una inspección y se registran anomalías de operación, manejo y mantenimiento del panorama global.

Cuantitativa, de acuerdo con la regulación Nacional ARCERNN 002/20 y la normativa internacional IEEE – 1159 y la IEEE 519 se procede a realizar el análisis de las siguientes medidas eléctricas:

- “Voltaje de Fase – Fase y Voltaje de Fase – Neutro
- Corrientes Fase

- Desbalances de Corriente y de Voltaje
- Potencia Activa, Aparente, Reactiva
- Factor de Potencia
- Consumo de Carga Semanal
- Distorsión Armónica Total de Corriente y de Voltaje
- Armónicos Individuales de Corriente Armónicos de Voltaje” (ARCERNN 002, 2020)

Se utiliza un dispositivo que ayuda al análisis de redes trifásica “FLUKE 435 II” (Figura 14) en la compañía Industria Metálica Cotopaxi, se realiza el análisis cuenta con un transformador de capacidad de 125 kVA, el equipo se debe conectar en el tablero 16002, refiriendo con los niveles de voltaje de 220 / 127 V. Según ARCERNN 002/20 (2020) estipula en la regulación que “el periodo de medición debe ser de al menos 7 días continuos, 168 horas tomando muestras cada 10 minutos”

Periodo de tiempo conectado el transformador que corresponde al medidor del área objeto de estudio establecida por el diagrama de Pareto inicia el 14 de junio del 2023 hasta el 21 de junio del 2023.

Figura 14

Analizador de redes Fluke 435-II



Marca: FLUKE

Modelo: 435-II

Especificaciones de calidad de las precisiones básicas: 0.5% voltaje nominal y corriente

Nota: Las especificaciones del analizador se basan en: multímetros digitales, comprobadores eléctricos y accesorios.

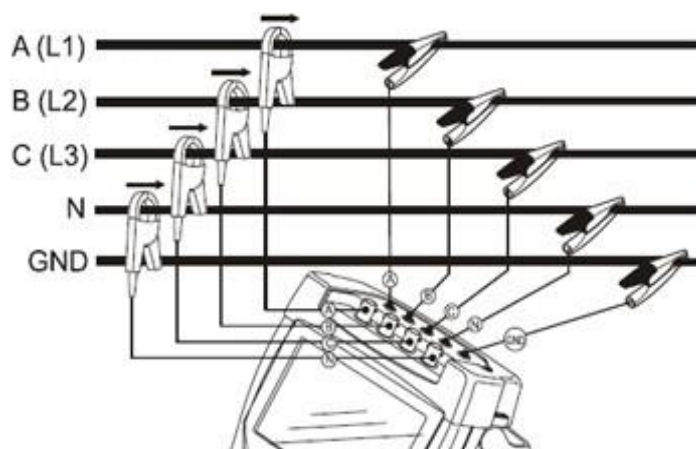
Se filtran datos de manera que se calcula un promedio para mayor confiabilidad con el fin de verificar el comportamiento de la energía en la, este diagnóstico energético sirve para verificar el estado de la red eléctrica en el área que representa el 80% del consumo incidente y posteriormente evaluar posibles mejoras.

Conexiones Principales

Para verificar la correcta conexión trifásica del dispositivo de requiere seguir el siguiente diagrama que muestra la Figura 15.

Figura 15

Conexión trifásica en el Transformador 10622 en IMC



Nota: En el diagrama se puede observar la conexión de las 5 pizas pequeñas ubicadas en la parte derecha de la figura corresponde a las 3 fases, el neutro y tierra en el transformador mencionado, así como las 4 pizas ubicadas en la parte izquierda de la figura que son de corriente conectadas a las 3 fases y neutro. Tomado del manual del equipo.

Igualmente es necesario que en la pantalla muestre el diagrama fasorial, para poder confirmar que los cables de voltaje, pizas amperimétricas se encuentren correctamente conectadas. En dicho diagrama L1 (A), L2 (B) y L3 (C), comprometen brotar continuamente en el sentido de las agujas del reloj como expone la Figura 16.

Figura 16

Diagrama fasorial de corrientes y voltajes de las 3 fases desfasado en 0°, 120° y 240°



Parámetros de Calidad de Energía

La red de alimentación analizada pertenece al área objeto de estudio y la numeración del transformador es 16002, La Tabla 2 presenta los siguientes resultados:

Tabla 2

Datos de la placa del transformador 10622

Tipo	Voltaje secundario	Corriente secundario	Impedancia	Capacidad (S)
Privado	13.8 KV	328 A	2.40%	125KVA

Niveles de Voltaje

En primera instancia se toma en cuenta con el voltaje nominal Fase – Fase (220 V) y Fase – Neutro (127 V). La eficacia de nivel de voltaje en un punto del sistema de distribución se decretará con la Ecuación 8:

$$\Delta V_k = \frac{V_k - V_N}{V_N} \times 100 [\%] \quad \text{Ecuación (8)}$$

Donde:

“ ΔV_k = Variación del voltaje de suministro respecto al voltaje nominal en el punto k.

V_k = Voltaje de suministro en el punto k, determinado como el promedio de las medidas registradas (al menos cada 3 segundos) en un intervalo de 10 minutos.

V_N = Voltaje nominal en el punto k” (Pulluguari, 2019)

La regulación ARCERNN 002/20 (2020) designa un rango para que los niveles de voltaje se encuentren establecidos, esto sucede cuando 5% de los datos se encuentren dentro del rango que emite la regulación, por consiguiente, no debe sobrepasar el $\pm 8\%$ ” como se establece en la Tabla 3.

Tabla 3

Niveles de voltaje y el rango admisible

Nivel de voltaje	Rango admisible
Alto voltaje grupo 1 y grupo 2	$\pm 5\%$
Medio Voltaje	$\pm 6\%$
Bajo voltaje	$\pm 8\%$

Nota: En la Tabla 3 se hace referencia al rango admisible que cada consumidor debe tener. Elaboración propia basado en ARCERNN 002/20 (2020)

Ahora se procede a analizar los niveles de voltaje del transformador antes mencionado, para el voltaje fase – neutro (127 V) y el nivel de voltaje fase – fase (220 V), dicho análisis sirve para corroborar si se encuentra dentro de las normas de regulación.

Desequilibrio de Voltaje

Para el cálculo del desequilibrio de voltaje se utiliza la Ecuación 9:

Los datos necesarios son valor máximo de voltaje y el promedio analizado en el periodo establecido.

$$D \% = \frac{V_{max} - V_{med}}{V_{med}} \times 100\% \quad \text{Ecuación (9)}$$

IEEE 1159 (2019) manifiesta que “el rango permitido que se puede obtener en el desequilibrio de Voltaje es de 0,5 – 5,0%”

Análisis de las corrientes de fase (línea)

Se realiza un análisis de las corrientes de las 3 fases A, B, C y neutro para obtener un valor promedio aproximado en los periodos de trabajo, y se puede verificar causas de los fallos operacionales.

Desequilibrio de Corriente

El valor que se obtiene del desequilibrio de corriente se obtiene mediante la Ecuación 10, adquiriendo el valor máximo de corriente y el valor promedio, en el periodo de tiempo establecido en este estudio. IEEE Std 1159 (2019) manifiesta que “no debe superar el rango de 1,0 % - 3,0%”

$$D \% = \frac{I_{max} - I_{med}}{I_{med}} \times 100\% \quad \text{Ecuación (10)}$$

Análisis de Potencias

Se analizan todas las potencias involucradas en el transformador las cuales permiten comprender el comportamiento de este y se manifiesta de la siguiente manera:

Potencia activa: De acuerdo con la parábola de potencia Activa se logra observar la conducta del transformador 16002.

Potencia aparente: Con los datos que se recolectaron se puede considerar si el transformador puede estar o no sobrecargado.

Potencia reactiva y activa media semanal: Permite observar el comportamiento de la industria y horarios donde existe mayor o menor actividad de producción.

Armónicos de voltaje

THD (Distorsión Armónica Total) de voltaje de cada fase y neutro

Para determinar el THD de voltaje hay que verificar la presencia de armónicos de voltaje.

IEEE-519 (2019) manifiesta que “el nivel del Voltaje de la Industria corresponde a $V \leq 1.0$ kV, por lo tanto, el valor establecido del THD de voltaje está por debajo del 8%”

Armónicos individuales de voltaje y en cada fase

Se debe comprobar si las conexiones muestran la regulación de armónicos de voltaje individuales para lo cual IEEE – 519 (2019) manifiesta que deben ser “los de tercer orden y múltiplos de tres 3, 5, 7, 9, 11 y 13. Estos deben estar por debajo del 5%” y se comprueba si se encuentra dentro del rango establecido.

THD (Distorsión Armónica Total) de corriente

IEEE-519 (2019) establece que para comprobar la regulación de armónicos de corriente “hay que analizar el nivel de TDD (La Distorsión Total de la Demanda) de Corriente presente, por lo que primero se analiza la relación entre la corriente de línea y cortocircuito” por lo que se expone la Ecuación 11.

$$\alpha = \frac{I_{cc}}{I_{Lpu}} \quad \text{Ecuación (11)}$$

Utilizando la Ecuación 12 se calcula la corriente de cortocircuito por lo que se necesita saber el valor de la impedancia del transformador 16002, dicho dato se encuentra mencionado anteriormente en la Tabla 2.

$$I_{cc} = \frac{1}{X_{pu}} \quad \text{Ecuación (12)}$$

$$I_{cc} = \frac{1}{0,024}$$

$$I_{cc} = 41,67 \text{ A}$$

Adicionalmente se necesita deducir la corriente de línea para lo cual se utiliza la Ecuación 13.

$$I_L = \frac{S}{V_{f-f} * \sqrt{3}} \quad \text{Ecuación (13)}$$

$$I_L = \frac{125000 \text{ VA}}{127 * \sqrt{3}} = 568.26 \text{ A}$$

Mediante la Ecuación 14 se obtiene la Taza de Distorsión de la demanda, mediante la corriente de línea unitaria en cada fase, en conjunto con la Tabla 4 se analiza los límites de distorsión de corriente de los sistemas en general.

$$I_{Lpu} = \frac{I_{fase}}{I_L} \quad \text{Ecuación (14)}$$

Tabla 4*Taza de distorsión de corriente Armónica*

Nota: Elaboración propia, tomado de (IEEE- 519 1992, pág. 76)

I_{sc}/I_L	$h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h$	TDD
<20	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20<50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50<100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.5	12.0
100<1000	12.0	5.5	5.0	2.0	0.7	15.0
>1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

“Donde:

I_{sc} =máxima corriente de cortocircuito en el PCC

I_L = máxima corriente de carga demandada (componente de frecuencia fundamental) en el PCC” (IEEE- 519 1992, pág. 76)

Armónicos Individuales de Corriente

Ahora, se procede a analizar de manera individual cada armónico de corriente mediante el rango de la regulación internacional IEEE-519 (2019) establece que “los armónicos Individuales de Corriente deben estar por debajo del 12% en los armónicos del 3 al 9 y el 5,5% a partir del armónico 11” y se determina si se encuentran dentro de la regulación.

Armónicos de Corriente en el Neutro.

Mediante la regulación internacional se analizar los valores de los armónicos de corriente y la IEEE – 519 (2019) establece que “por lo general la presencia de armónicos en el neutro se da en sistemas eléctricos desbalanceados y debe estar dentro del rango del 15%” por lo que se procede a determinar si se encuentran dentro de la regulación.

Armónicos Individuales de Corriente en el Neutro

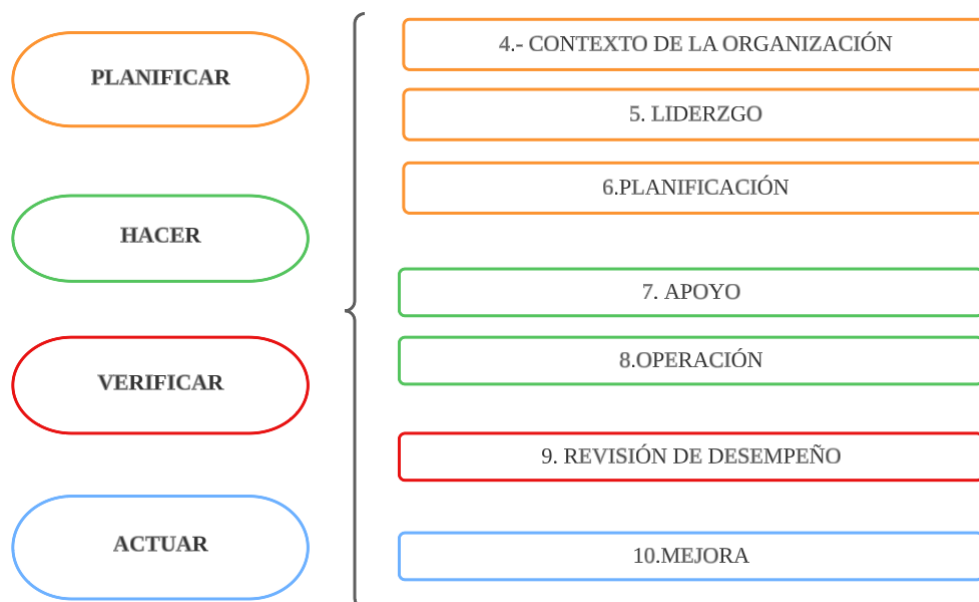
Por último, se logra analizar los armónicos individuales de corriente en el neutro y la IEEE-519 (2019) establece que “los armónicos individuales de Corriente deben estar por debajo del 12% para el tercer armónico hasta el noveno y debajo del 5,5% a partir del armónico onceavo” por lo que se procede a determinar si se encuentran dentro de la regulación.

Etapas de la metodología de la norma ISO 5000 para el diseño de gestión energética en IMC.

El diseño de gestión energética es basado en etapas enumeradas y con secuencia las cuales se muestran en el diagrama donde enumera la secuencia para la ejecución del SGen, fundado en el método de mejora continua "PDCA" por las siglas Plan-Do-CheckAct, y sigue el diseño y la estructura de otras normas ISO como ISO como se expone en la Figura 17.

Figura 17

Guía de implementación e interpretación de requisitos del estándar ISO 50001:2018



Nota: la imagen hace referencia a la metodología de la implementación de la norma ISO 50001:2018

“Plan, Do, Check & Act”, elaboración propia basado en Macías, Quintero & Noreña (2021)

El desarrollo de cada ítem de la Figura 17 se realiza bajo las condiciones bajo la ISO 50001:2018. Los puntos 4 (Contexto de la organización), 5 (Liderazgo) y 6 (Planificación) son resultados adaptados a la empresa para su consideración a la hora de la implementación. Del punto 7 (Apoyo), al 10 (Mejora) se realizan propuestas a la empresa de lo que debe tener en consideración al momento que se decida implementar.

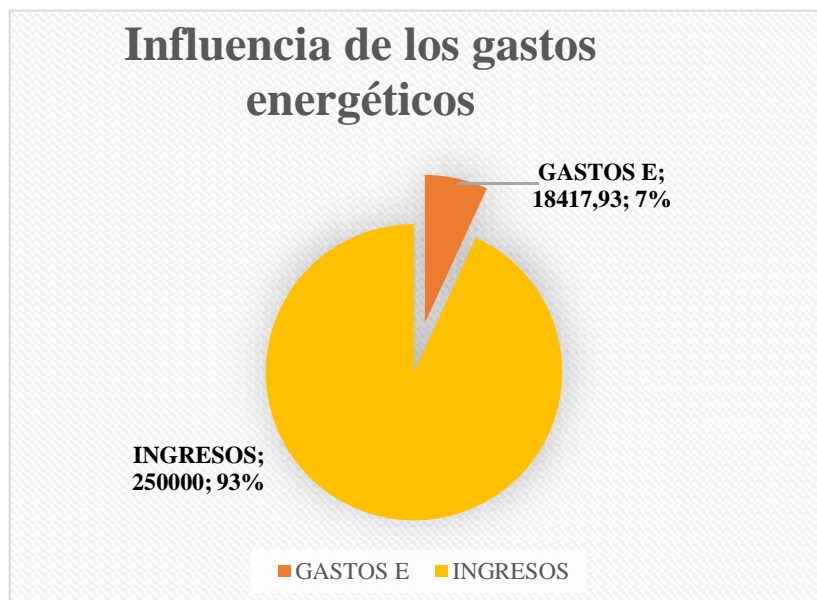
RESULTADOS

Influencia de los gastos energéticos en los ingresos totales del periodo seleccionado

En la figura 18 se logra observar que los gastos energéticos representan el 7% a pesar de que es un valor considerablemente bajo referente a los \$250000 de los ingresos de la compañía, y la norma ISO 50001:2011 manifiesta que su metodología se puede implementar mediante un SGen independientemente de su tamaño o su actividad económica.

Figura 18

Influencia de los gastos energéticos en IMC del periodo del año 2022 hasta febrero del 2023.



Energético objeto de estudio

Como resultado obtenido de la recolección de datos y transformación a TEP se muestra la Tabla 5, la cual indica los energéticos que inciden en IMC y posteriormente en la Figura 19 se puede evidenciar el diagrama de Pareto, que con 80.03% la electricidad representa el energético objeto de estudio.

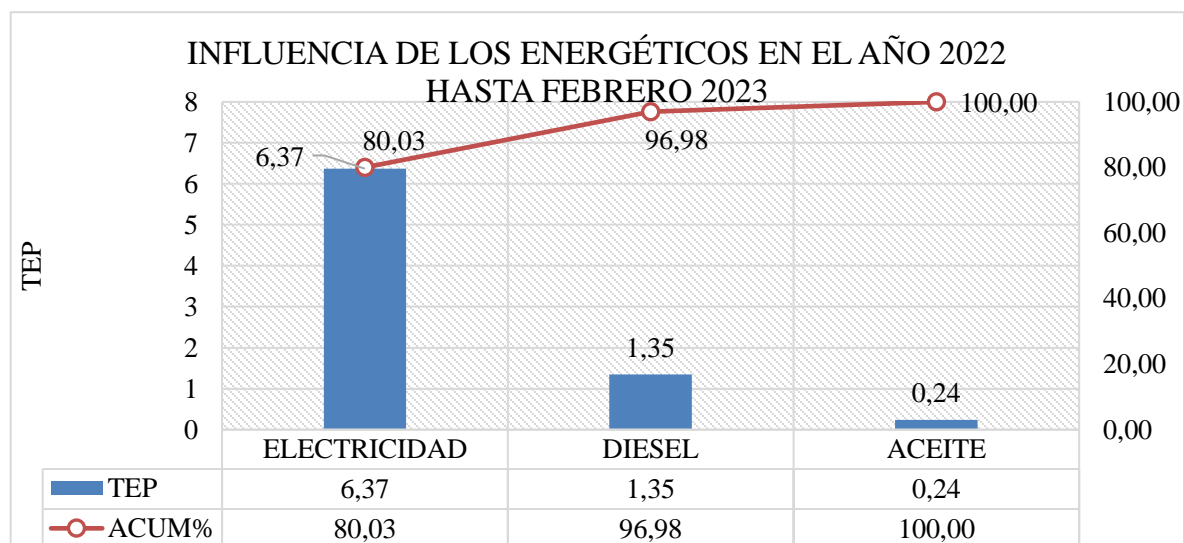
Tabla 5

Influencia de los energéticos en IMC en TEP en el periodo del año 2022 hasta febrero del 2023.

ENERGÉTICO	TEP	ACUM%
ELECTRICIDAD	6.37	80.03
DIESEL	1.35	96.98
ACEITE	0.24	100
TOTAL	7.36	

Figura 19

Diagrama de Pareto con datos de la Tabla 5.



Área objeto de estudio

Así mismo para encontrar el área objeto de estudio como resultado alcanzado de la recolección de datos y transformación a TEP se muestra en la Tabla 6, la cual indica las áreas identificadas en IMC para lo cual en la Figura 20 se puede evidenciar el diagrama de Pareto, que con más del 80% el área de producción 1 es nuestra área objeto de estudio.

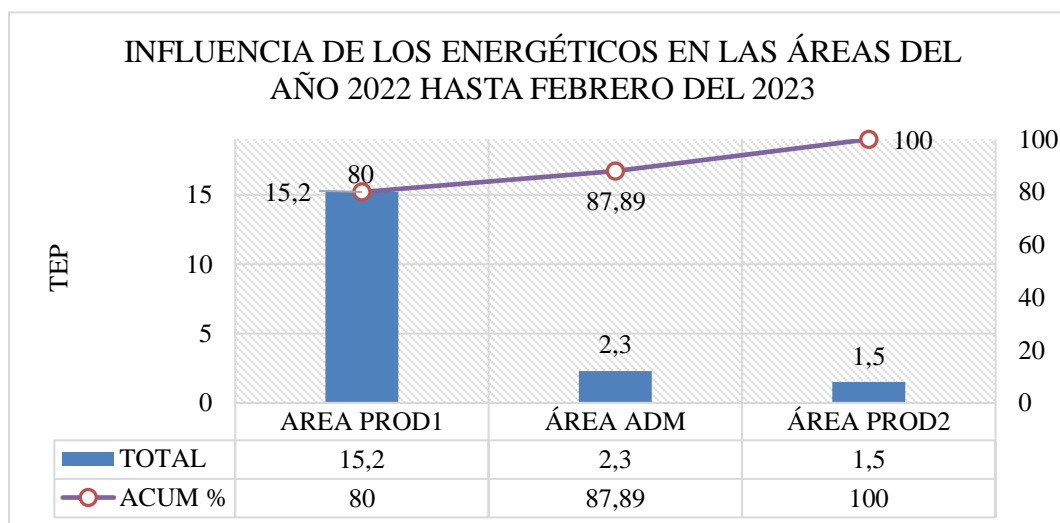
Tabla 6

Influencia de los energéticos en las áreas de IMC en TEP en el periodo del año 2022 hasta febrero del 2023.

ÁREA	TEP	ACUM%
Área de producción 1	15.2	80.00
Área de producción 2	1.5	87.89
Área de administración	2.3	100
Total	19	

Figura 20

Diagrama de Pareto con datos de la Tabla 6.



Gráficos de control del consumo eléctrico.

Ahora bien, ya que la electricidad y el área de producción 1 son objetos de estudio se expone en la Tabla 7 los datos de producción y consumo de electricidad para obtener los datos de la Tabla 8 que son soporte clave para la representación de los gráficos de control de Energía vs Producción.

Tabla 7

Tabla de producción y consumo energético en IMC en el periodo del año 2022 hasta febrero del 2023.

Producción	Ene-22	Feb-22	Mar-22	Abr-22	May-22	Jun-22	Jul-22	Agos-22	Sep-22	Oct-22	Nov-22	Dic-22	Ene-23	Feb-23
Paneles (u)	3830	44500	39000	45000	36750	38500	44000	37500	38900	44250	41250	43400	40750	45900
Electricidad (kWh)	1502	3080	1800	2900	1018	1500	2700	1450	1706	2863	1980	2556	2080	3218

Tabla 8

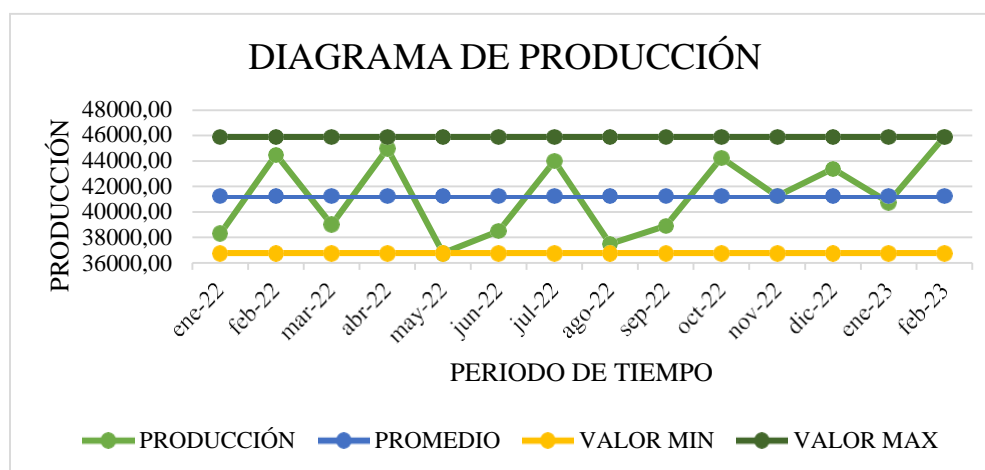
Total, promedio desviación estándar muestral, LCS y LCI productiva de acuerdo al consumo energético

VARIABLES	ENERGÍA	PRODUCCIÓN
TOTAL	28070.00	573750.00
PROMEDIO	2168.07	41285.71
DESV. STD MEDIA	707.46	3147.98
LCS	3218.00	45900.00
LCI	1018.00	36750.00

La Figura 21 exhibe los crecimientos o decrecimientos de la producción y se puede observar que en mayo del 2022 es el mes donde menor producción hubo, al contrario de febrero del 2023 que existe mayor producción de paneles metálicos

Figura 21

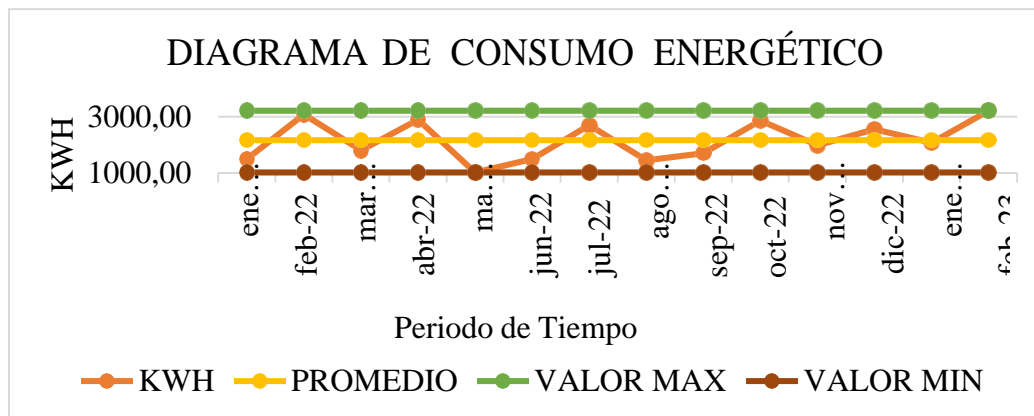
Diagrama de control de la producción de paneles (2022-2023)



A partir de los datos productivos previos, la Figura 22 exhibe que en el mes de mayo del 2022 el consumo energético baja considerablemente por la baja producción y así mismo en febrero del 2023 es dónde mayor consumo de energía existe por la alta producción.

Figura 22

Gráfico de control del consumo energético en KWh (2022-2023)

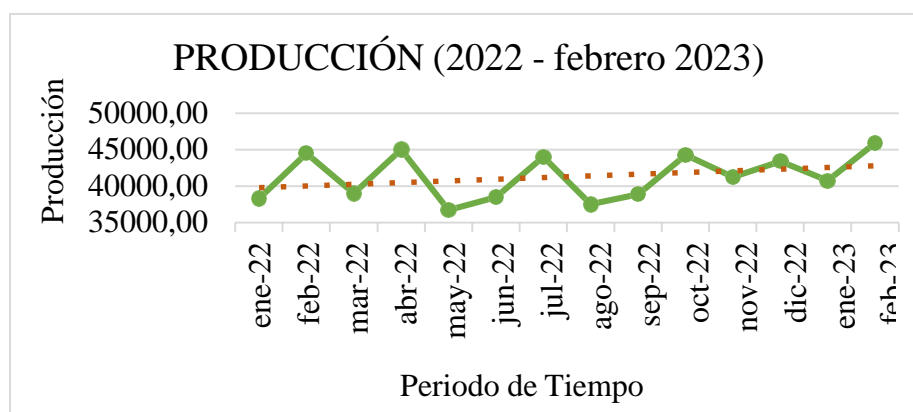


Diagramas de Energía vs Producción (E vs P)

La Figura 23 muestra el diagrama dónde se puede prestar atención al comportamiento de la producción en el tiempo, es decir en el periodo de análisis (2022 - febrero 2023)

Figura 23

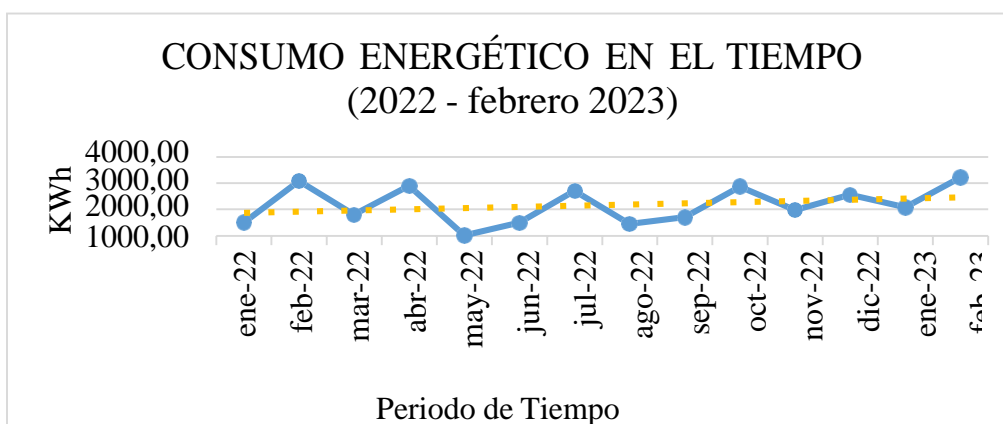
Diagrama de producción de paneles en el tiempo (P vs T)



Adicionalmente en la Figura 24 se indica el comportamiento del consumo de energía eléctrica en el tiempo.

Figura 24

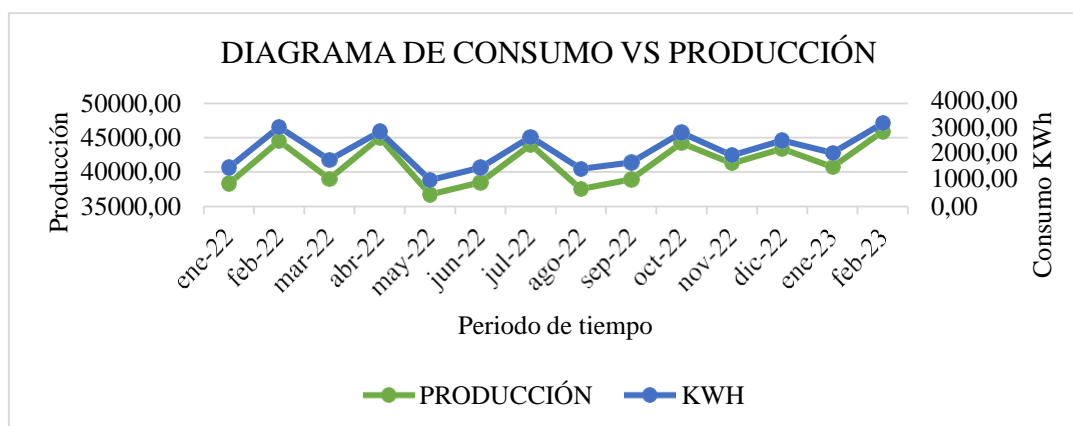
Diagrama de consumo energético en el tiempo (E vs T)



Ya en la Figura 25 se logra analizar el comportamiento productivo y el consumo energético, claramente muestra que la tendencia es bastante fuerte de las dos variables y que el consumo de energía eléctrica es más elevado que la producción.

Figura 25

Comportamiento de la tendencia entre la producción y el consumo energético.



Obteniendo un resultado de 0.97, la Figura 26 indica la alta correlación que existe entre el consumo y la producción, por lo que deduce que el análisis es correcto y con un control adecuado.

Figura 26

Gráfico de dispersión Energía vs Producción de paneles metálicos.

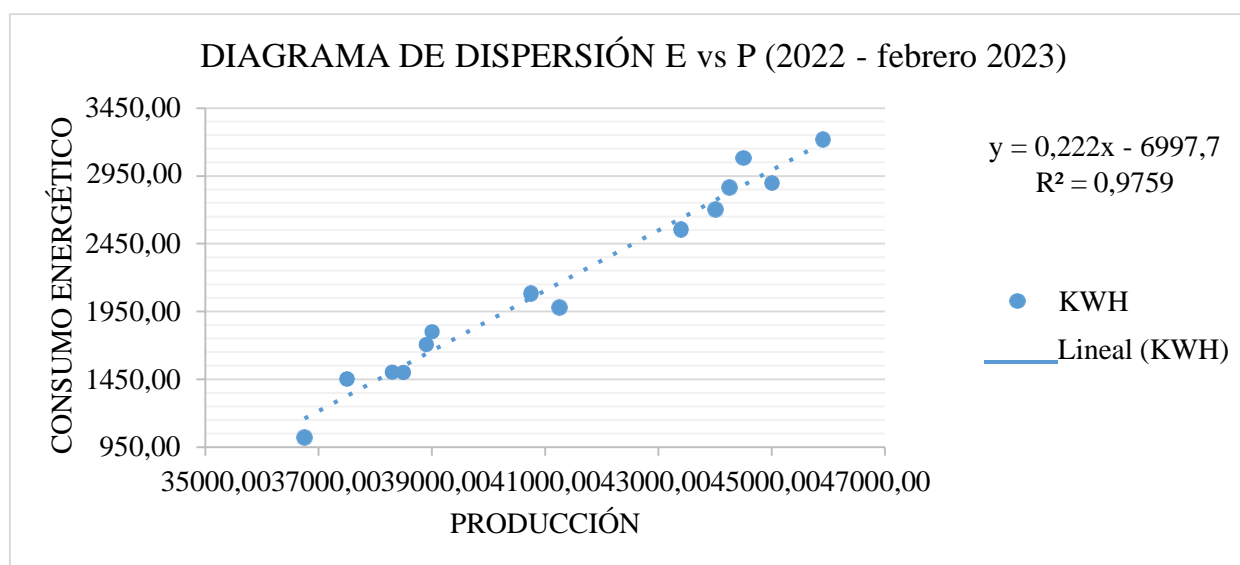


Diagrama de Índice de consumo vs Producción de paneles metálicos

Se expone la Tabla 9 la cual contiene los datos de índice de consumo en el periodo seleccionado anteriormente y el total de producción en ese periodo, la Figura 27 muestra que a medida que existe producción de paneles metálicos el índice de consumo aumenta y se logra obtener una correlación de 0.99 lo que revela que la relación es bastante enérgica.

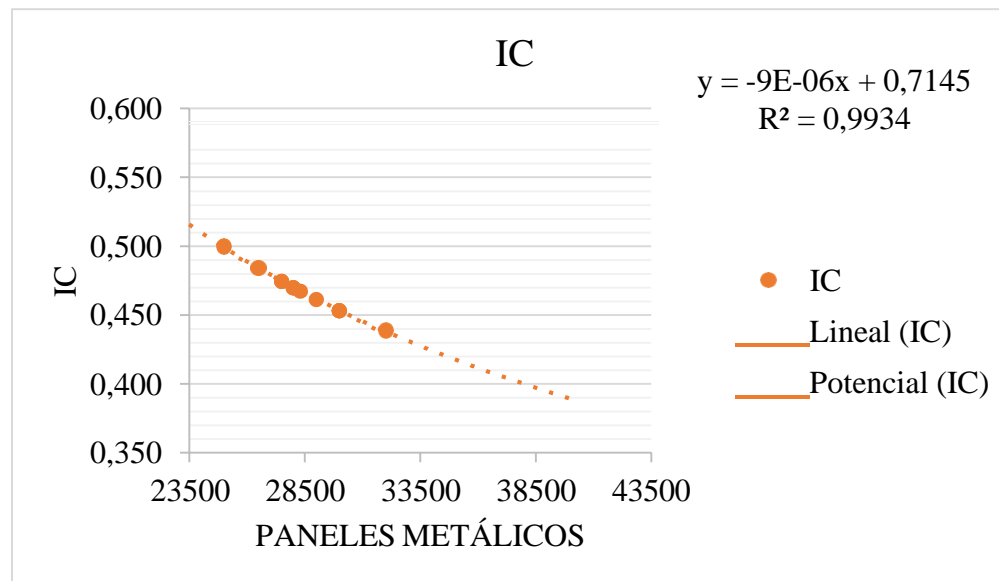
Tabla 9

Tabla de producción e índice de consumo en IMC en el periodo del año 2022 hasta febrero del 2023.

Producción	Ene-22	Feb-22	Mar-22	Abr-22	May-22	Jun-22	Jul-22	Agos-22	Sep-22	Oct-22	Nov-22	Dic-22	Ene-23	Feb-23
Paneles (u)	38300	44500	39000	45000	36750	38500	44000	37500	38900	44250	41250	43400	40750	45900
IC	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467

Figura 27

Gráfico de IC vs Producción de paneles metálicos



Plan de mejora continua

Análisis de los Niveles de Voltaje

Voltaje Nominal Fase – Neutro: 127 V

La Tabla 10 contiene datos en los que se puede confirmar que existe variaciones de voltaje a nivel de 127 V, debido a que la tolerancia permitida es de $\pm 8\%$, el resultado obtenido es 10.52%, 10.02% y 9.88%, por lo que se encuentran Fuera de los rangos de tolerancias, por lo que se deduce que los dispositivos no operan con un voltaje ideal para los que fueron diseñados.

Tabla 10

Datos del voltaje Nominal Fase – Neutro 127 V

	% De Variación		ARCERNN 002/20
	Mínimo	Máximo	
V_{AN}	3,02%	10,52%	FUERA
V_{BN}	2,59%	10,02%	FUERA
V_{CN}	3,28%	9,88%	FUERA

Voltaje Nominal Fase – Fase: 220 V

Así mismo en la Tabla 11 se contrasta la variación de voltaje en 220 V y se deduce que existen daños parciales en los equipos ya que son susceptibles a estas variaciones, los resultados obtenidos son 14,41%, 14,45% y 13,32%, siendo el límite $\pm 8\%$, se encuentran Fuera de las tolerancias.

Tabla 11

Datos del voltaje Nominal Fase – Fase 220 V

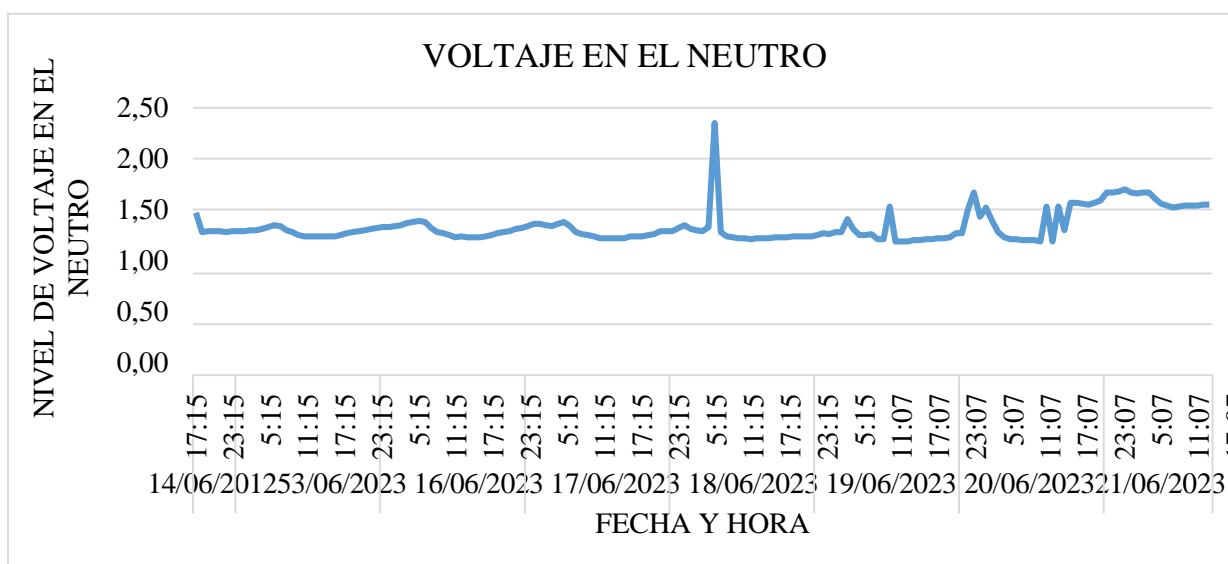
	% De Variación		ARCERNN 002/20
	Mínimo	Máximo	
V_{A-B}	7,34%	14,41%	FUERA
V_{B-C}	7,69%	14,45%	FUERA
V_{C-A}	6,44%	13,32%	FUERA

Voltaje Neutro

La Figura 28 exhibe el comportamiento del voltaje en el neutro, la cúspide más elevada es de 2.35 V, por lo que se plantea una hipótesis la cual examina la presencia de armónicos, ya que el resultado debería ser menor de 1 V o 0.

Figura 28

Comportamiento del voltaje en Neutro



Desequilibrio de Voltaje

Al aplicar la fórmula de desequilibrio de voltaje se deduce que no existe desequilibrio con un resultado de 0.77% y está dentro de los parámetros como exhibe la Tabla 12.

Tabla 12

Datos del voltaje

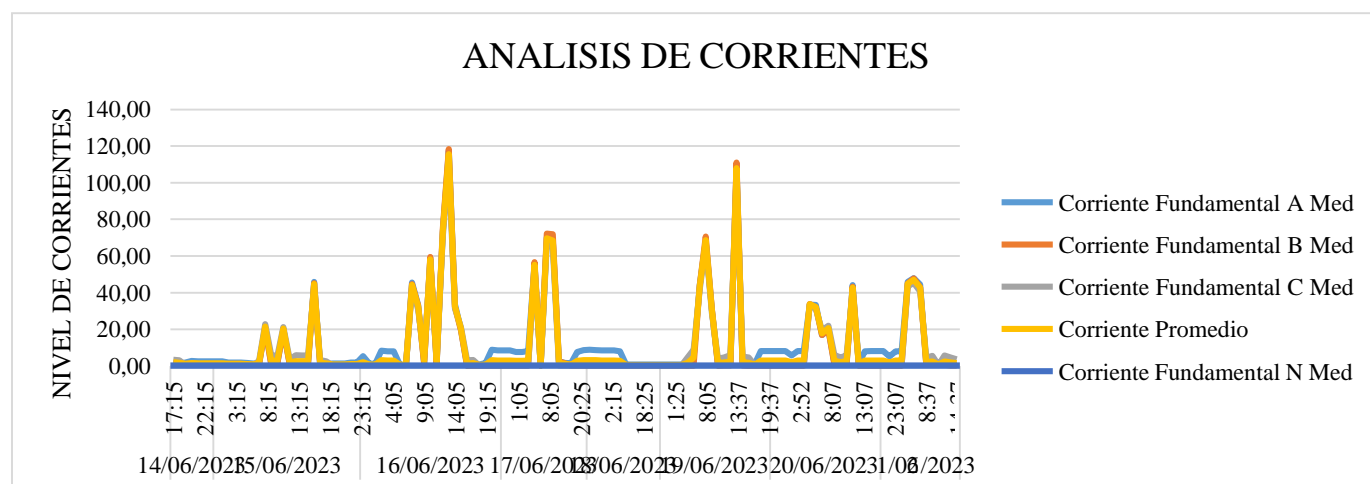
V1	V2	V3	Vmax	Vmed	%D	Observaciones
203,86	203,08	205,84	205,84	204,26	0,77%	Cumple

Análisis de la Corrientes de fase (línea)

Ahora, la siguiente Figura 29 muestra el pico más alto de corriente causado por el arranque de los equipos de 115.53 A producido a las 14:05 pm, provocando sobrecalentarlos y mayor riesgo de fallas operacionales. Así mismo se observa el valor promedio de 12.23 A y un valor mínimo de 0.27 A en los periodos de trabajo de la empresa normales.

Figura 29

Análisis de corrientes



Desequilibrio de Corriente

Al aplicar la fórmula de desequilibrio de corriente se obtiene un resultado de 3.07%, como se expone en la Tabla 13, aunque no tiene una elevación considerablemente alta ya que el rango es de 1.0 a 3.0% se debe regular para evitar degradar rendimiento y vida útil de equipos.

Tabla 13

Datos de corriente

I1	I2	I3	Imax	Imed	%D	Observaciones
117,60	118,40	110,60	117,60	114,10	3,07%	FUERA

Para evitar inconvenientes de desequilibrio en la corriente, el rango establecido es de 1,0-3,0%. El resultado que se obtiene es de 3,07% aunque no sobrepasa por un alto porcentaje, es necesario que se regule para evitar desperfectos en el rendimiento de los equipos.

Factor de Potencia.

Obteniendo un resultado de 0.56 promedio reflejado en la Tabla 14, se deduce que no cumple con la normativa ya que el rango es de 0.92 por lo que la empresa se encuentra penalizada por tener un factor de potencia debajo del rango.

Tabla 14

Datos de Factor de potencia en IMC

FECHA	HORA	Factor de Potencia	Cos Phi	Cos Phi	Cos Phi	Cos Phi	Observaciones
			AN	BN	CN	TOTAL	
20/06/2023	16:22	F.P Mínima	0,57	0,46	0,06	0,36	No Cumple
		F.P Media	0,65	0,59	0,43	0,56	No Cumple
19/06/2023	12:37	F.P Máxima	0,77	1,00	0,54	0,77	No Cumple

Análisis de Potencias.

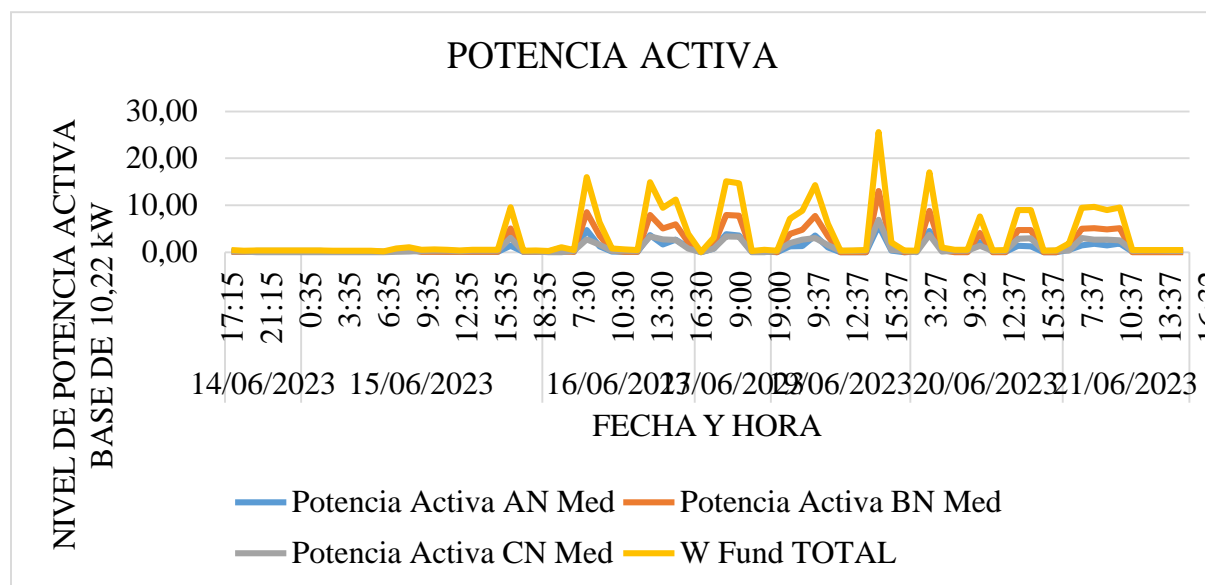
Potencia Activa

Con la Figura 30 se analiza la conducta de la curva de potencia, se observa que a partir de las 15:37 pm del 19/06/2023 la potencia máxima es de 25.56 KW y el 17/06/2023 a las 7:05 am obtenemos una potencia mínima de 0.03 KW, ya desde las 9:00 am empieza a normalizarse con un promedio de 4.51 KW, los datos mencionados se encuentran en la Tabla 15.

Tabla 15

Datos de potencia Activa en IMC

Potencia	Máximo	Promedio	Mínimo
FECHA	19/06/2023		17/06/2023
HORA	15:37:00		07:05:00
kW _A	5,64	0,95	0,01
kW _B	13,04	2,33	0,01
KW _C	6,88	1,23	0,01
TOTAL	25,56	4,51	0,03

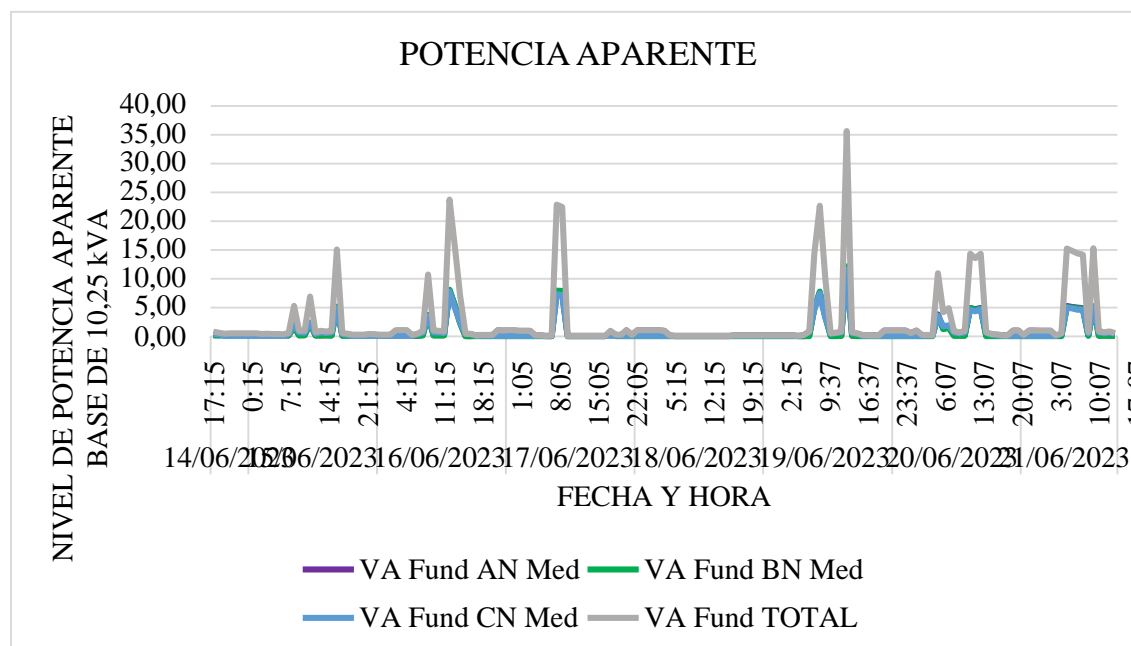
Figura 30*Comportamiento potencia Activa****Potencia Aparente***

Se presenta la Tabla 16 donde se expone el registro de potencia máxima total de 35,64 kVA en horarios de 15:37 pm, el 19 de junio del 2023 y coexiste una potencia mínima con un total de 0,06 kVA a las a las 07:05 de mañana el 17 de junio del 2023, desde las 9:00 am potencia de trabajo empieza a normalizarse con una media total de 2,61 kVA a partir de las 09:00 am, como muestra la Figura 31.

Por otra parte, la carga total de consumo en el transformador tiene un total de 35.64 KVA por lo que se deduce que hay un espacio de 89.36 KVA, y que no se encuentra sobrecargado ya que la capacidad del transformador 16002 es de 125 KVA.

Tabla 16*Datos de potencia aparente en IMC*

Potencia	Máximo	Promedio	Mínimo
FECHA	19/06/2023		17/06/2023
HORA	15:37:00		07:05:00
kVA _A	11,95	0,98	0,01
kVA _B	12,15	0,77	0,01
KVA _C	11,54	0,86	0,04
TOTAL	35,64	2,61	0,06

Figura 31*Comportamiento de la potencia aparente*

Potencia Reactiva.

La Tabla 17 registra que la tarde del 19/06/2023 a las 15:37 pm se logra registrar un total de 24.04 kVAR, siendo la potencia máxima. Así mismo la mañana del 17/06/2023 a las 9:00 am se registra un promedio total de 1.78 kVAR y por último el mismo día se registra la potencia minúscula total de 0,06 kVAR en horarios de 07:05 am

Tabla 17

Datos registrados de la potencia reactiva en IMC.

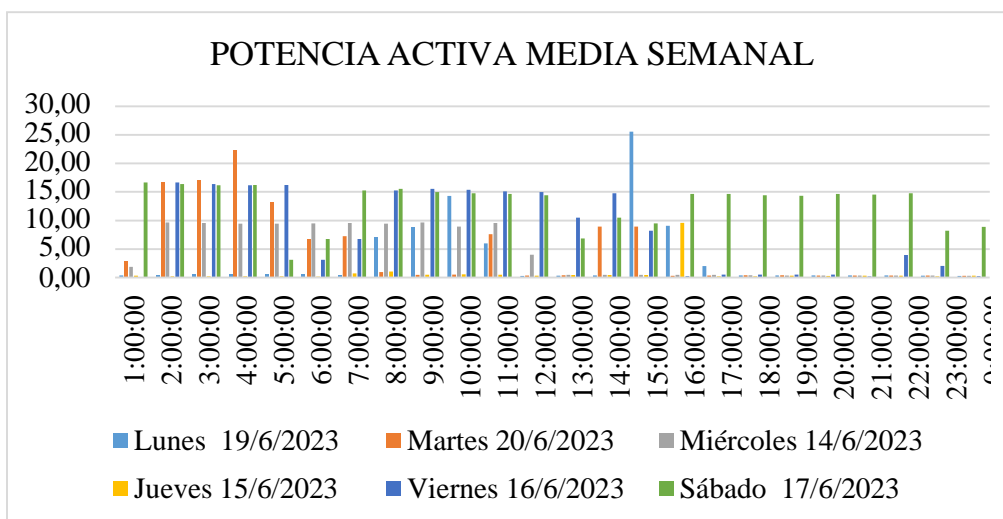
Potencia	Máximo	Promedio	Mínimo
FECHA	19/06/2023		17/06/2023
HORA	15:37:00		07:05:00
kVAR _A	11,79	0,83	0,01
kVAR _B	1,65	0,10	0,01
KVAR _C	10,60	0,85	0,04
TOTAL	24,04	1,78	0,06

Demanda Eléctrica de la Empresa de la Industria

La Figura 32 exhibe la conducta de la potencia activa y se registra que el lunes 19 de junio del 2023 tiene la mayor actividad a las 15:00 de la tarde. También se logra visualizar que los domingos no existe actividad productiva, el Anexo E muestra los registros.

Figura 32

Comportamiento de la potencia activa media semanal en IMC



Armónicos de Voltaje

THD de Voltaje.

IEEE-519 (2019) “el nivel del Voltaje de la Industria corresponde a $V \leq 1.0$ kV” consecuentemente, el THD de voltaje es de 1.54% por tanto, se deduce que se encuentra dentro del rango 8%, los datos mencionados se encuentran en la Tabla 18.

Tabla 18

Datos registrados de THD de voltaje

FECHA	HORA	THD VOLTAJE	THD PROMEDIO	THD L _A	THD L _B	THD L _C	IEEE -519
18/06/2023	5:05	THD mínimo	0,46	0,53	0,51	0,35	Cumple
		THD promedio	1,01	1,10	0,97	0,98	Cumple
20/06/2023	7:22	THD Max	1,54	1,64	1,48	1,51	Cumple

Armónicos Individuales de Voltaje.

La Tabla 19 muestra el cumplimiento de la norma internacional IEEE-519, tomando en cuenta que los resultados de regulación de armónicos individuales cumplen con el rango.

Tabla 19

Armónicos Individuales de voltaje en IMC

Armónicos de voltaje	Total	IEEE-519 Rangos	Observaciones
<i>Armónico 3</i>	0,40%	5.0%	Cumple
<i>Armónico 5</i>	1,37%	5.0%	Cumple
<i>Armónico 7</i>	0,71%	5.0%	Cumple
<i>Armónico 9</i>	0,23%	5.0%	Cumple
<i>Armónico 11</i>	0,69%	5.0%	Cumple
<i>Armónico 13</i>	0,19%	5.0%	Cumple

Armónicos de Voltaje en el Neutro.

Así mismo la Tabla 20, expone el nivel de los armónicos en el neutro, obteniendo un resultado medio de 0.10% el 20/06/2023 a las 7:22 am se deduce que los armónicos de voltaje en el neutro se encuentran regulados según el rango del 8% que manifiesta la norma IEEE-519.

Tabla 20

Datos registrados de armónicos en el voltaje en el neutro

FECHA	HORA	Nivel de THD	THD VN Med	THD Promedio	IEEE – 519
18/06/2023	5:05	THD Mínima	0,02	0,02	Cumple
		THD Media	0,06	0,06	Cumple
20/06/2023	7:22	THD Máx	0,10	0,10	Cumple

Armónicos Individuales de Voltaje en el Neutro.

En la Tabla 21, con este análisis se puede manifestar que los armónicos individuales en el neutro se encuentran dentro de la norma IEEE-519 con un rango del 5%.

Tabla 21

Datos de los armónicos individuales de voltaje en el neutro

Armónicos en el neutro	Total	IEEE-519 Rangos	Observaciones
<i>Armónico 3</i>	0,01%	5,0%	CUMPLE
<i>Armónico 5</i>	0,04%	5,0%	CUMPLE
<i>Armónico 7</i>	0,03%	5,0%	CUMPLE
<i>Armónico 9</i>	0,01%	5,0%	CUMPLE
<i>Armónico 11</i>	0,02%	5,0%	CUMPLE
<i>Armónico 13</i>	0,05%	5,0%	CUMPLE

THD de Corrientes

Para determinar la Taza de Distorsión de Demanda se expone los datos de la Tabla 22 donde se encuentra la Corriente de Línea por unidad fase individual.

Tabla 22

Corriente de línea por unidad

FASES	Xpu	Icc(A)	I línea(pu)	Icc/I línea p.u
I ₁	0,024	41,67	0,21	201,34
I ₂	0,024	41,67	0,21	199,98
I ₃	0,024	41,67	0,19	214,08

En este caso la Distorsión de Demanda total (TDD) corresponde con un 15% debido a la relación que existe entre $\frac{I_{cc}}{I_{Lpu}}$ (corriente de cortocircuito y la corriente de línea) se encuentra en un rango de $100 < 1000$.

En la Tabla 23 se indica que el límite del THD de Corriente total de las 3 líneas es de 98,92% registrado el 20/06/2023 a las 10:52 am, y se deduce que no está dentro del 15% que es el rango establecido y se deduce que existen problemas eléctricos en los equipos, ya que se muestran valores elevados.

Tabla 23

Datos registrados de THD de corriente en IMC

FECHA	HORA	THD CORRIENTE	TDD PROMEDIO	TDD L _A	TDD L _B	TDD L _C	IEEE -519
17/06/2023	7:40		1,54	1,67	1,89	1,70	
		TDD mínimo					Cumple
		TDD promedio	26,07	46,03	39,40	37,17	No Cumple
20/06/2023	10:52		98,92	137,12	65,86	100,63	
		TDD max					No cumple

Armónicos Individuales de Corriente

La Tabla 24 expone los resultados y se observa que ningún armónico se encuentra dentro del rango de 5% que la IEEE-519 regula, cabe recalcar que el armónico de orden 3 y 7 son los más elevados por lo que se debe priorizar su regulación y así evitar deterioros en el aislamiento de los conductores de los equipos.

Tabla 24

Datos de armónicos de corriente en IMC.

Armónicos de corriente	Total	IEEE-519 Rangos	Observaciones
<i>Armónico 3</i>	24,60%	5,0%	FUERA
<i>Armónico 5</i>	12,04%	5,0%	FUERA
<i>Armónico 7</i>	33,34%	5,0%	FUERA
<i>Armónico 9</i>	19,19%	5,0%	FUERA
<i>Armónico 11</i>	7,44%	5,0%	FUERA
<i>Armónico 13</i>	6,04%	5,0%	FUERA

Armónicos de Corriente en el Neutro.

Para finalizar con el análisis de los armónicos, se analiza resultados, por lo que en la Tabla 25, se muestran los datos obtenidos y se deduce que el nivel de los armónicos en el neutro tiene un nivel medio del 6,82%, por lo que cumple con el rango de 15% determinado por la regulación IEEE 519.

Tabla 25

Datos de los armónicos de corriente en el neutro

FECHA	HORA	Nivel de THD	THD A Neutro	THD Promedio	IEEE – 519
18/06/2023	19:50	THD Mínima	0,40	0,40	Dentro de la norma
		THD Media	1,09	1,09	Dentro de la norma
20/06/2023	15:07	THD Máxima	6,82	6,82	Dentro de la norma

Así también la Tabla 26 se exponen los armónicos individuales de corriente, para ello la norma IEEE-519 (2019) manifiesta que “del armónico del tercer orden hasta el noveno orden el rango debe cumplir hasta el 12%, ya en el armónico 11 y 13 el rango es del 5%”, por lo que se deduce que dichos armónicos mencionados cumplen con los rangos establecidos.

Tabla 26

Datos registrados de los armónicos individuales de corriente en el neutro

Armónicos de corriente	Total	IEEE-519 Rangos	Observaciones
<i>Armónico 3</i>	0,57%	12%	DENTRO
<i>Armónico 5</i>	0,27%	12%	DENTRO
<i>Armónico 7</i>	0,27%	12%	DENTRO
<i>Armónico 9</i>	0,18%	12%	DENTRO
<i>Armónico 11</i>	0,14%	5,0%	DENTRO
<i>Armónico 13</i>	0,10%	5,0%	DENTRO

Propuesta de mejoras energéticas

- Se debe realizar un análisis de carga, para balancear las fases, así como revisar las observaciones que existan en la cargabilidad de los conductores para verificar su estado.
- Se recomienda colocar un filtro que permita establecer los rangos de los armónicos de corriente. Hay que denotar que el filtro tiene además de realzar el factor de potencia, cumple doble función.
- Una sugerencia que se denotó al momento de realizar el chequeo físico de la empresa es que no cuenta con un diagrama unifilar eléctrico, dicho diagrama es necesario para estar al tanto el estado del cableado y del sistema eléctrico por parte de los encargados del mantenimiento y control eléctrico. Además, es necesario si es que se necesita realizar un cambio en la red eléctrica o un incremento futuro de carga.
- Se recomienda cambiar los horarios de producción ya que la tarifa de consumo más alta es de 8am a 12pm y es el horario dónde IMC produce más paneles metálicos.
- Se recomienda no prender las máquinas al mismo tiempo ya que se determina que al prender las máquinas es donde existe un consumo de electricidad significativo.

Diseño de gestión energética en IMC bajo la norma ISO 50001

Contexto de la organización

Se obtiene como resultado un alcance general de acuerdo con la planeación energética y un acercamiento acerca de la organización por arte de la compañía IMC (Industria Metálica Cotopaxi).

Comprensión de la distribución y su contexto

Se determina los componentes internos y externos en IMC (Industria Metálica Cotopaxi) como se muestra en la Figura 33, que afectan o favorecen a los resultados que se proyecten a su

SGen en base al buen manejo y consumo energético, consecuencia de la comprensión de la distribución en la compañía se puede determinar un acercamiento entre la alta gerencia y las partes interesadas dentro del marco organizacional del SGen, estos pueden ser actualizados en base a los requerimientos y perspectivas de la organización.

Figura 33

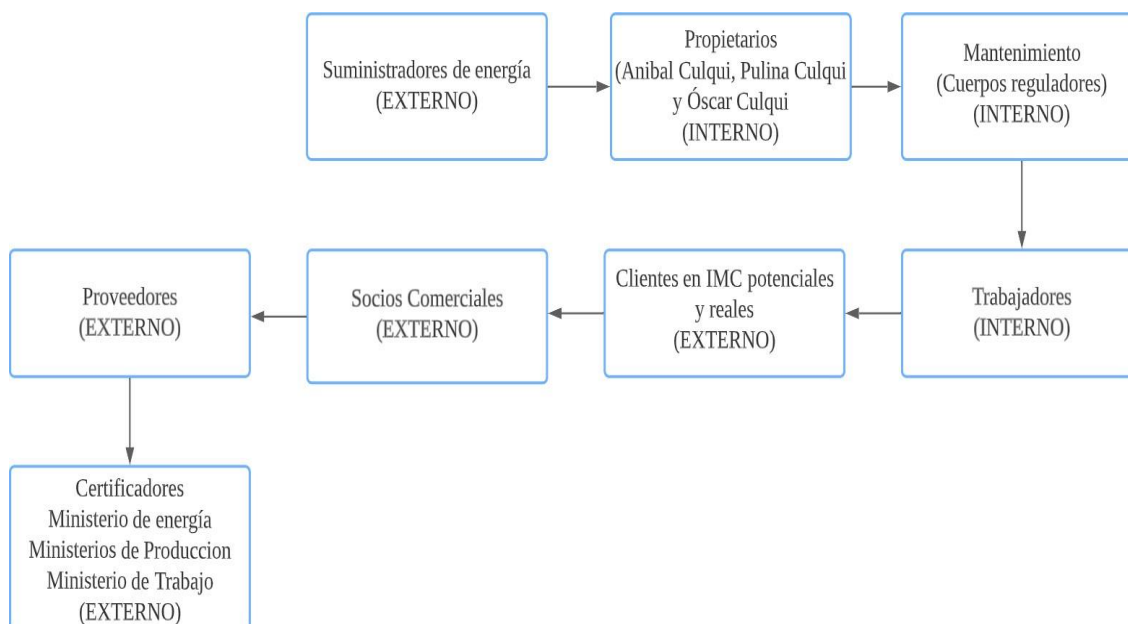
Análisis PESTEL de la compañía IMC (Industria Metálica Cotopaxi)



Por consiguiente, se expone en la Figura 34 la comprensión de la organización de IMC de las partes interesadas e involucradas.

Figura 34

Partes interesadas internas y externas en la organización de IMC.



Comprensión de las necesidades y las expectativas de las partes interesadas.

Se logra establecer:

- 1.- Partes interesadas directa o indirectamente que tienen influencia en el desempeño de IMC, como se detalla en la Tabla 27.
- 2.- Requerimientos y Expectaciones de las partes interesadas de la distribución al implementar el SGen, como se detalla en la Tabla 27.
- 3.- Elementos legales de las partes interesadas que estén conexos con el consumo y el uso de la energía dentro del contexto energético.

Tabla 27*Comprensión de las necesidades y las expectativas de las partes interesadas externas e internas en IMC*

PARTES INTERESADAS	CLASIFICACIÓN	CÓMO AFECTA AL SGE	NECESIDADES	EXPECTATIVAS	REQUISITOS
ADMINISTRACIÓN	Unidad	-Coordina la implementación y renovación de los equipos consumidores energéticos en la compañía	-Reducir el consumo energético traducido en ahorros monetarios	-Determinar oportunidades de mejora en el consumo eléctrico	-Sistematizar la información y mantener el control documentado
	Interna	-Revisa y monitorea las facturas relacionadas con el consumo energético	-Mantener un registro de quipos consumidores de energía		-Hacer seguimientos al consumo energético -Hacer revisiones eléctricas -Realizar y actualizar catastro energético
MANTENIMIENTO	Unidad	-Programar, mantener, adquirir y operar equipos de consumo energético de los procesos productivos	-Claridad en el procedimiento de control operacional y revisión energética implementados por el SGE.	-Ser capaz de incorporar tecnologías eficientes	-Comunicación clara y oportuna
	Interna	-Responsables del control operacional del SGE	-Necesidad de difundir en la comunidad universitaria los controles operacionales asociados al buen uso energético. -Mantener información disponible del consumo energético y sus consumidores	-Disponer de conocimientos y herramientas para el correcto funcionamiento de los consumidores de energía -Sistematizar los procedimientos de mantenimiento preventivo, planificado y correctivo de los consumidores de energía -Disponer de recursos para incorporar sistemas de medición y seguimiento del consumo energético.	-Capacitar al cuerpo de mantenimiento -Información sobre recopilación de datos energéticos -Mantener actualizados: Balance de energía, indicadores, línea base, proyección de consumo
ADQUISICIÓN DE MATERIA PRIMA	Proveedor	-Uso de los equipos de consumo energético dentro de las áreas de IMC -Apoyar los controles operacionales del SGE de acuerdo con los protocolos establecidos	-Definición de prácticas que promuevan la eficiencia energética -Conocimientos de procedimiento operacionales energéticos.	-Adquirir buenas prácticas para el manejo eficiente de la energía	-Comunicación efectiva de prácticas recomendadas para el uso eficiente de la energía a funcionarios
TALENTO HUMANO	Unidad Interna	-Uso de la maquinaria o equipos de consumo eléctrico dentro de las instalaciones de la compañía e informa al	Información sobre buenas prácticas en la operación de equipos.	-Formas parte de una empresa que hace uso eficiente de la energía	-Proponer actividades y canales de comunicación

		SGE ante fallas o anomalías en sistemas eléctricos.	-		
EMPLEADOS	Unidad Interna	-Uso de la maquinaria o equipos de consumo energético dentro de las instalaciones de la compañía e informa al SGE ante fallas o anomalías en sistemas eléctricos.	-Informar sobre buenas prácticas en la operación de equipos	-Formas parte de una empresa corrobore con la eficiencia energética -Adquirir buenas prácticas para un buen manejo de la energía mediante la educación del buen uso	-Proponer actividades y canales de comunicación para concientice el buen uso energético --Establecer compromisos de buen uso
MINISTERIO DE LA ENERGÍA	Gobierno	-Definición del reglamento que puede afectar al campo en acción del SGE	-Disminuir el consumo energético en los establecimientos -Mantener certificado un SGE en bajo la norma ISO 50001	-Cumplimiento de las normas legales -Llevar a cabo una buena gestión energética	-Cumplimiento de legislación y normativas establecidas por el gobierno y relacionadas al uso y consumo de energía
ALTA DIRECCIÓN	Unidad Interna	-Defina alcance SGE -Designa líder del SGE -Establece la política energética -toma decisiones fundamentales del SGE	-Disponer de información del desempeño del SGE -Conocer el avance del plan anual energético y sus resultados	-Mantener certificaciones de SGE -Desempeñar con la política energética -Mejorar en el desempeño energético de la compañía -Reducir gastos asociados con la energía	-Velar el cumplimiento de las responsabilidades del equipo -Planificar y ejecutar proyectos de mejora -Realizar auditorías internas -Informar estado y avances de objetivos definidos
MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIA	Gobierno	-Define leyes y normativas vigentes en el área	-Disminuir el consumo energético en los establecimientos -Mantener certificado un SGE basado en la norma ISO 50001	-Cumplimiento de las normas legales -Llevar a cabo una buena gestión energética	-Cumplimiento de legislación y normativas establecidas por el gobierno y relacionadas al uso y consumo de energía
ÁREAS DE PRODUCCIÓN	Unidad Interna	-Apoyo en la generación de las capacidades relevantes dentro del SGE. Responsable del procedimiento productivo	-Conocer las competencias requeridas por el personal para establecer planes de toma de conciencia y formación. -Manejar el modo de formación y toma de conciencia dentro del SGE.	-Capacitación en el área de consumo energético para solventar necesidades de catastro	-Determinar las competencias necesarias del personal que afectan el desempeño energético. -Informar oportunamente ¿Qué capacitaciones deben realizarse y sobre qué tópico?

Determinación del alcance y límites del sistema de gestión energético

Se determina el alcance aceptable y no aceptable en IMC, consiste en revisar cada producción generada para asegurar que se logra cubrir los objetivos convenidos en cada área localizada, como se expresa en la Tabla 28. Adicionalmente expone un mapa de procesos tipo layout en el que se muestra el energético utilizado como se observa en la Figura 35, las áreas definidas en la compañía para validar la distribución de la energía

Figura 35

Diagrama de IMC que indica las zonas y tipos de energía utilizadas.



Tabla 28

Alcances aceptables y no aceptables en IMC (Industria Metálica Cotopaxi)

ACEPTABLES	NO ACEPTABLES
1 alcance aceptable: instalaciones totales	4 alcance no aceptable: ninguno
Límite aceptable: áreas de producción	Límite no aceptable: uso de otro energético
2 alcance aceptable: producciones uno y dos	
Límite aceptable: dos producciones	
3 alcance aceptable: áreas producción uno y dos	
Límite aceptable: dos áreas productivas	

Nota: Se considera no aceptable al excluir el uso de la energía de las áreas dentro del alcance.

SGEn

Se expone en la Tabla 29 como resultado la cual muestra las actividades de la organización de acuerdo con las competencias del personal en IMC por lo que planifica la integración e involucración de los requisitos base juntamente con las operaciones por lo que incluye: personal tiempo y recursos, por lo que el plan 1 se expone a continuación:

PLAN N°1

Título del Plan: Plan para la disminución del consumo de energía eléctrica en IMC.

Objetivo: Disminuir el consumo de energía eléctrica IMC Meta relacionada: Disminuir en un 10% el derroche de electricidad de toda la planta para el periodo 2023-2024.

Antecedentes: Como resultado de nuestros objetos de estudio se obtuvo que la energía eléctrica es la que más se consume en IMC y es la que más influye en el área de producción 1.

Tabla 29

SGEn en IMC basado en la ISO 50001:2018

N.-	Actividades	Responsable	Inicio	Cierre	Recursos	
					Tecno.	Econ.
1	Replanteo del Contrato Suministro Eléctrico	Gerente y jefe de mantenimiento	Diciembre 2023	Diciembre 2023	-	-
(02)	Aumento de la Capacidad Trabajo	Jefe de Mantenimiento	Enero 2024	Marzo 2024	X	X
3	Instalación de Variadores Frecuencia en Motores	Jefe de Mantenimiento	Febrero 2024	Junio 2024	X	X
4	Mejoras a los Sistemas de Iluminación	Vocal 1 y 2	Marzo 2024	Junio 2024	X	X
5	Estudio de Iluminación Ocupacional	Jefe de mantenimiento	Marzo 2024	Junio 2024	X	X

Liderazgo

Compromiso y liderazgo

Alta gerencia de IMC manifiesta su compromiso, liderazgo y para apoyar el SGen haciendo énfasis en su mejora continua por las decisiones para el manejo del desempeño energético en la compañía, este apartado se justifica con la Tabla 30.

Tabla 30

Compromiso, Liderazgo y objetivos en IMC emitido por la alta gerencia.

COMPROMISO	LIDERAZGO	OBJETIVOS
-Responsabilidad de la eficacia del sistema de gestión energético.	-Involucrar a todo el personal interno y externo del estado de la empresa antes, durante y después de la aplicación de un mejoramiento energético.	Todos los compromisos que hace la alta gerencia en IMC deben cumplir el mismo objetivo y es que este concluye con la eficiencia energética en el consumo de cada área productiva.
-Avalar la unificación de los requisitos del sistema de gestión energética en los procesos productivos y organizacionales de IMC.	-Apoyar roles pertinentes de la alta gerencia de IMC para demostrar la aplicación en cada área productiva y que se aplique con responsabilidad.	
-Asegurar que los objetivos y metas planteadas por la alta gerencia se lleven a cabalidad y comprobar su alcance.	-Garantizar la eficiencia.	
-Crear canales de comunicación para incentivar el vigor de la gestión energética y la conformidad de toda la organización que compone el comité energético en IMC.	-Promover la importancia personal, global, interna y externa de la aplicación de un buen consumo energético.	
-Promover la mejora continua, participando y dirigiendo al personal de IMC para contribuir con la eficacia de la implementación.	-Apoyar los recursos para proyectos de eficiencia en todas sus expresiones.	
	-Autorizar capacitaciones y auditorías energéticas con todo el personal de IMC.	

Política Energética

Alta gerencia expresa formalmente su compromiso y apoyo con una carta expresada en el Anexo J, así como también en la Figura 35 expone el compromiso de IMC a todo el personal que integra la compañía y da apertura al SGen.

Figura 36

Comunicado oficial de alta gerencia del compromiso de toda la organización.

POLÍTICA ENERGÉTICA DE INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI





INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI

Asume el compromiso perceptible y sistemático relacionado al derroche energético sin dejar de lado la eficiencia ya que maximiza el valor económico de la producción en la compañía para la entrega de mercado real y potencial.

COMPROMISOS:

- A través de buenas prácticas obtener respuestas de eficiencia energética para lograr estandarizar los procesos productivos en IMC.
- Dentro de la elaboración de los productos se desarrolle el cumplimiento de los requerimientos del cliente sin dejar de lado la optimización del consumo energético.
- Crear conciencia, formación y capacitaciones para promover una cultura de mejora continua del Sistema de Gestión Energética.
- Mediante el desempeño energético lograr que se cumplan los requerimientos legales.
- Disponer información mediante el establecimiento y cumplimiento de objetivos medibles y metas energéticas.

Gerente de IMC

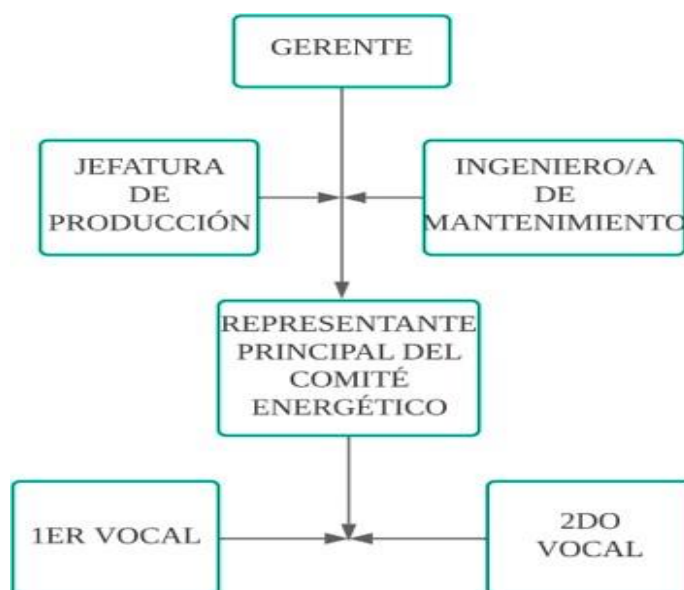
COMPROMETIDOS CON LOS RECURSOS DEL AMBIENTE

Autoridades, roles y responsabilización

Se expone la estructura armónica del equipo elegido y discutido por alta gerencia para las actividades del SGen expuesta en la Figura 36, cada representante tiene un rol y responsabilidad dentro del margen energético.

Figura 37

Ejemplo de la Estructura del comité energético de forma orgánica del equipo de gestión energética emitida por alta gerencia de IMC.



Donde:

Gerente (Ing. Aníbal Culqui): Analizar y decidir el alcance y líder del comité energético, toma decisiones fundamentales del SGen, además establece la política energética.

Jefatura de producción (Msc. Wilson Sinchiguano): Dirigir y comunicar

Ingeniera/a de mantenimiento (Ing. Gabriel Tovar): Ejecuta, establece medidas.

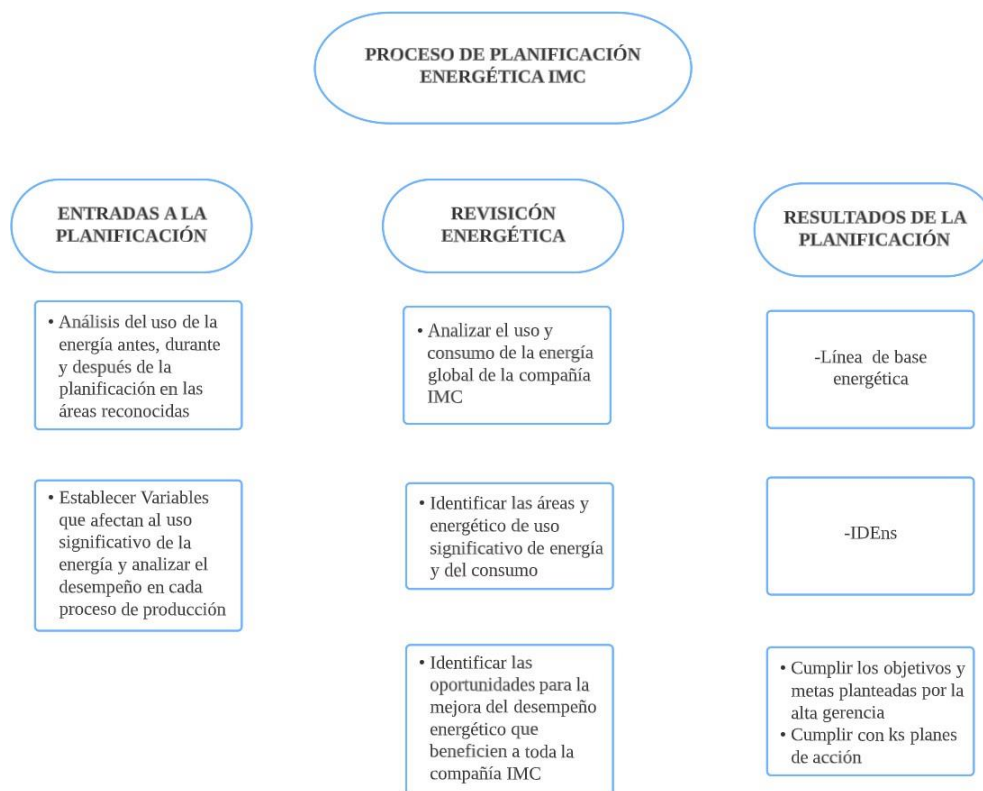
Representante del comité energético (Ing. Lorena Panoluisa): Analizar, comunicar estado y avances de objetivos definidos, velar el cumplimiento de las responsabilidades del equipo, planificar y ejecutar proyectos de mejora y realizar auditorías internas.

Vocal 1 y 2(Mishel Culqui y María Culqui): Analizar, comunicar estado y avances de objetivos definidos, velar el cumplimiento de las responsabilidades del equipo, planificar y ejecutar proyectos de mejora y realizar auditorías internas.

Planificación

Adicionalmente se presenta las entradas, planificación y salidas del proceso de planificación con los niveles estratégicos y tácticos en la Figura 37.

Figura 38
Planificación energética en IMC



Nota: Elaboración propia basado en la Norma ISO 50001:2018

Riesgos y oportunidades

IMC (Industria Metálica Cotopaxi) documenta los riesgos y oportunidades para poner en contexto a la organización y reconocer anticipadamente los escenarios potenciales y las posibles consecuencias. Para lo cual se expone el cumplimiento de este ítem mediante el DAFO de IMC en la Tabla 31.

Tabla 31

DAFO en la compañía IMC

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Posicionamiento de la marca dentro del mercado • Calidad del producto • Disposición a la innovación por parte de los socios de la empresa • Cuentan con una imagen corporativa 	<ul style="list-style-type: none"> • Desconocimiento acerca de la conservación energética • Multas causadas por energía reactiva • Baja optimización de tiempos a causa de la mala organización de los equipos y máquinas • Infraestructura limitada
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Exportación nacional • Búsqueda nuevos clientes en diferentes ciudades del país • Crear alianzas estratégicas con los diferentes GADS Municipales • Ampliación del catálogo de productos 	<ul style="list-style-type: none"> • Competencia a nivel Nacional • Implementación de nuevas leyes que perjudiquen a la empresa por parte del gobierno de turno • Apagones inesperados • Precios fluctuantes en materia prima

Objetivos y metas

Se definen logros energéticos de la compañía ante la política energética organizacional en cada una de sus actividades y roles designados. El acatamiento de términos y objetivos se logra mediante la aprobación de todo el comité energético lo cual la alta gerencia es la encargada de

definirlos como se expone en la Tabla 32, así mismo manifestada una carta emitida por alta gerencia en la cual estima el compromiso del cumplimiento basado en las metas y objetivos propuestos, en el Anexo F se muestra un formato ejemplo y diseñado en IMC.

Tabla 32

Metas y Objetivos emitidos en la planificación energética en IMC.

Objetivos (QUÉ Y QUIÉN)	Metas (CUÁNTO)	Indicadores de desempeño energético relacionados (CÓMO)
Disminuir el consumo energético en IMC Encargado: Toda la organización elegida para el comité energético	Disminuir hasta un 10% el consumo eléctrico de toda la compañía para un determinado periodo (Alta gerencia decide el periodo al momento de implementar)	Consumo eléctrico por: Iluminación por área, equipos o personas Procesos productivos y de apoyo Coste de electricidad: kWh por unidad de paneles metálicos.
Disminuir emisiones de CO2 de la Compañía IMC Encargado: Toda la organización elegida para el comité energético	Reducir en un 10% las emisiones de CO2 para el periodo (Alta gerencia decide el periodo)	Emisiones de CO2 por porcentaje de consumo energético
Niveles de aprovechamiento de materia prima en IMC Encargado: Toda la organización elegida para el comité energético	Mantener entre el 50% el aprovechamiento de materia prima para el periodo (Alta gerencia decide el periodo)	Volúmenes de materia prima por unidad de producto

Revisión energética

Este apartado se justifica con la recolección de datos que se ha realizado a la empresa, por lo que en el Anexo G se expone un registro de consumo por energético que influye en IMC y la cantidad de producción en cada área.

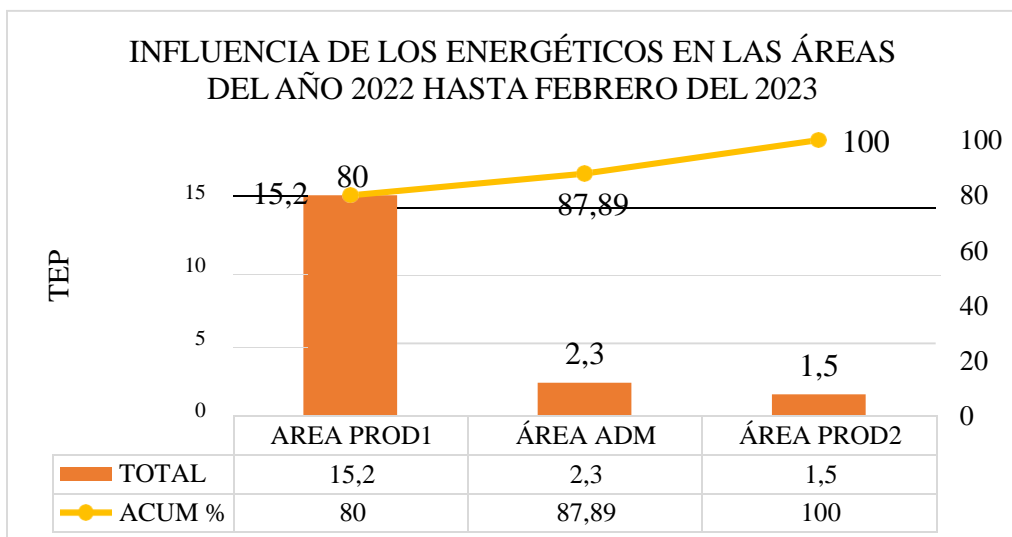
Dicha revisión energética se basa en un estudio metodológico y con un el indicador de desempeño energético que permite estar al tanto de los pormenores, los flujos de las tipologías de energía presentes en la compañía IMC (Industrias Metálicas Cotopaxi).

Identificar áreas de consumo energético significativo

Se muestra la influencia de los energéticos en las áreas de IMC en TEP de consumo energético significativo se establece realizarlas juntamente con las auditorías internas energéticas ya que se puede evaluar cada área en los periodos definidos por la alta gerencia, en este espacio se justifica una tendencia de mayor consumo significativo a nivel de todo IMC de consumo energético ya que es el objeto de estudio como expone la Figura 37.

Figura 39

Diagrama de Pareto de las áreas de consumo energético significativo en la compañía IMC en el periodo 2022-2023



Indicadores de desempeño energético

Se exponen los IDEn de manera cuantitativa para toda la organización o parte de ella, se expresan como una correlación de unidades energéticas a unidades productivas, área o servicio, como se muestra en la Tabla 33, así mismo en la Figura 39 se muestra los IDEn de IMC.

Tabla 33

Desempeño Energético en las Industrias

Uso de la energía	IDEn	Unidades
Iluminación	Consumo energético por operador	<i>kWh/operador</i>
Transporte	Gasto de diésel por distancia alcanzada	<i>kJ/km</i>
Producción	Consumo de energía eléctrica por panel terminado	<i>kWh/panel</i>

Figura 40

Diagrama de Niveles funcionales de los IDEn en IMC



Línea Base Energética

Los datos se obtienen al establecer un periodo de tiempo adecuado como se expresa con anterioridad 2022 e inicios del 2023, y toda la revisión energética del ítem por lo cual se debe expresar todos los datos estadísticos y analizar comportamientos establecidos.

Uso y consumo futuro de la energía

La Tabla 34 indica la relación de posibles unidades de mejora basadas en un buen desempeño energético, por lo cual se indican los insumos necesarios para la eficiencia de consumo y mejora, así estimar el impacto que se logra tener.

Tabla 34*Procedencias de mejora en IMC*

Procedencias de mejora del desempeño energético	
USO	Controles operacionales por parte del jefe de mantenimiento en IMC
CONSUMO	Cambio y optimización de procesos Ahorro de energía en horarios establecidos
EFICIENCIA	Desprenderse de ciertos equipos o mejorar los sistemas a nuevas tecnologías

Planificación de datos para el registro del consumo y recopilación de energía

Este apartado se justifica con el Anexo H, I y J ya que se muestra modelos de registro de consumo de energía sistemáticos, producción o ingresos económicos es información documentada basada en datos recogidos o adquiridos mediante mediciones por lo cual la compañía IMC en sus áreas de producción de paneles, piezas de horno y forjados, cuentan con

- Registro de consumo energético relacionados con los Usos Significativos de la Energía (USEs) dentro del marco teórico de la organización en IMC.
- Variables con mayor importancia para los USEs.
- Criterios y referencias afines a los USEs.
- Datos específicos del plan para accionar por parte de gerencia para el diseño energético.

Apoyo

Se incluye un plan de comunicaciones, las exigencias de este apartado consiste en evaluar al personal de IMC, esto debe ser gestionado para las 3 áreas identificadas en la compañía, implementando capacitaciones a todo el personal, ya que se requiere que se incluya un plan de comunicaciones integral, sin embargo existen varias inconformidades que deben ser manejadas porque afectan directamente a la compañía, el requisito principal se debe a que todo el documento independientemente que sea actualizado y se logre obtener un registro de los cambios, por lo cual es una acción por descubrir cuando se desarrollaren los alcances del SGEN.

Recursos

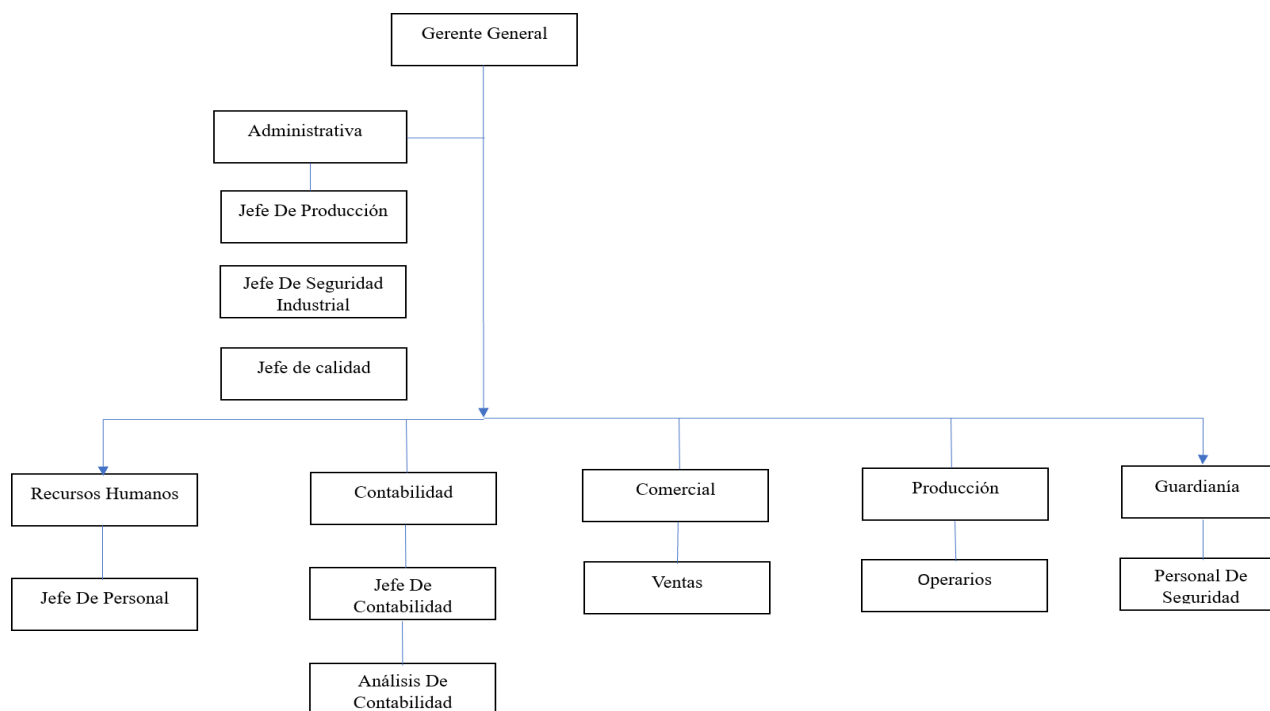
Se determina que los recursos humanos se detallan en la Figura 41 donde se ubica todos los recursos del personal de la compañía IMC, los recursos materiales de la compañía se encuentran detallados en:

- Un galpón distribuido en 3 áreas (administración, producción 1 y producción 2)
- Un inventario de maquinaria en la compañía (Anexo K)
- Bodegas
- Oficinas de administración, gerencia, contabilidad, etc.

Económicamente la compañía IMC deberá fijar monto para que sea utilizado en el buen desempeño energético referente a la producción, dicha cantidad debe definir alta gerencia al momento de empezar con la implementación, basándose en las recomendaciones que se asignan de acuerdo con el estado de la compañía.

Figura 41

Recursos del personal de IMC



Reuniones de apertura:

Por el grado de caracterizar primordial para el SGEN, se propone realizar una reunión de inducción para poner en contexto como puede gestionarse y así familiarizar de manera sistemática política energética, y establecer los beneficios de una buena operación y la involucración de todo el personal de los ecuánimes objetivos propuestos por los altos mandos y el primer funcionario de la organización.

Evaluación de diagnóstico

Para igualar las calificaciones, se recomienda crear una encuesta para que la completaran los empleados clave de la empresa. La mencionada encuesta tiene como objetivo valorar aspectos generales, facturación electrónica, esquemas de diseño y sapiencias operativas. Se sugiere aplicar

en Google Forms con interrogantes relacionadas al SGen y utilizar un método de la escala de Likert (QuestionPro, 2020), como se exhibe en la Figura 42 que radica en evaluaciones según el convenio o discordancia de una persona con respecto a una declaración, las preguntas que se pueden efectuar se reflejan en la Tabla 35 y 36 se pueden ver las preguntas según los temas que se han mencionado.

Tabla 35

Ejemplo de interrogantes que se pueden establecer en las encuestas

GENERAL	FACTURACIÓN, PLANILLAS GASTOS VARIOS
-Sé de que se trata un Sistema De Gestión Energética (SGE)	-Entiendo el concepto de NC (No conformidad)
-Tengo conocimiento de la Norma ISO 50001	-Entiendo lo que significa Eficiencia Energética
-Tengo conocimiento del equipo que conforma el comité de energía de IMC	-Conozco que tipos de clientes hay en IMC
-Tengo conocimiento de las directrices indicadas en la política energética en IMC	-Conozco y entiendo que son las tarifas existentes y cobros asociados
	-Conozco la importancia de cumplir las Regulaciones de calidad de energía

Tabla 36

Ejemplo de interrogantes que se pueden establecer en las encuestas

COMPRAS Y MULTAS	PATRONES DE DISEÑO
-Conozco el movimiento de adquisición de equipos consumidores de energía	-Apago las luces innecesarias
-Sé que significa el sello Energy Star	-Apago mis dispositivos y luces al retirarme a mi lugar de trabajo
-Sé que significa la etiqueta de Eficiencia Energética	-Tengo capacidades para manejar prensas
-Conozco esquemas aplicables en nuevas infraestructuras que implementen un buen diseño.	-Tengo capacidades para manejar generadores
	-Puedo operar tableros eléctricos
	-Puedo manipular maquinaria

Figura 42

Escala de Likert



Nota: Tomado de QuestionPro (2020)

Posteriormente se analizan los resultados, de manera sistemática y tabulando los criterios que se estimen convenientes. (Hammond, 2020).

Competencias

Capacitaciones internas

Se confía incluir un par de formaciones iniciales, donde estima complementarse con los resultados de la evaluación diagnóstica. En primer lugar, aprender a leer las facturas de la luz y a hacer las entradas correctas en el cuadro de mandos, algo importante a la hora de analizar el consumo. La segunda lección es relevante para dialogar los juicios energéticos a apreciar al momento de efectuar una compra, con el fin de optar por equipos que no solo sean económicos, al contrario que tengan durabilidad a largo plazo.

Estas actividades se discuten con el administrador del sistema, quien será responsable de la planificación y ejecución en función del tiempo disponible. Por lo tanto, la actividad se define como "No iniciada" en el plan de trabajo hasta que se programe y ejecute.

Toma de conciencia

Se encarga involucrar a todo el personal de la compañía paso a paso como se lleva la planificación, determinar la colaboración personal para el desempeño energético y por supuesto la comunicación es clave en esta toma de conciencia por lo que IMC propone crear correos empresariales para que todos utilicen Google Sites (Figura 42) es una app en línea que facilita presentar:

-Alcances, objetivos y metas

-Reportes

-Logros en la compañía IMC

-Materiales de apoyo

Figura 43

Ejemplo de los reportes en Google Sites por parte de IMC



Comunicación

Se reconocen los medios de comunicación de IMC y la alta dirección interna y externamente como:

Canales internos:

- Anunciadoras perceptibles internamente en las infraestructuras.
- Correo de trabajo IMC ejemplo: victoriajerez@imc.gac.ec

Canales externos:

- Correo personal
- Google Sites

Actualizar documentos sistemáticos y planes de comunicación

La actualización de la documentación es clave en las normas ISO son procedimientos de análisis energético, manuales de sistemas y listas de documentos clave.

Adicionalmente se recomienda crear un plan de comunicaciones que incluye videos que concienticen el buen uso energético, qué beneficios obtiene IMC al obtener una certificación

ISO. Cabe recalcar que la concientización también debe ser externa, y en este punto se involucra a todo el contexto organizativo de la compañía. Este apartado se define como “No Comenzado” y está encargado el comité energético.

Operación

IMC bajo la alta gerencia complementa acciones para lograr que el consumo energético en las industrias cumpla con obligaciones, adicionando los requerimientos que compongan la norma estándar que involucran a las técnicas y procesos de la organización para contar un control operacional sistemático.

Planificación Y Control Operacional

Para justificar este apartado se adjunta el desarrollo del procedimiento en el Anexo S control de registros, donde IMC garantiza el correcto seguimiento de los objetivos y metas, en el formato se destaca la fecha y la persona que emite el diagnóstico referente a las recomendaciones y previsiones para llevar a cabo el correcto uso energético establecidos mediante la norma ISO 50001:2018 las cuales deben ser socializadas para documentar sistemáticamente toda la información asociada.

Adquisición

IMC hace referencia a las oportunidades mediante un mejor uso de la energía e involucrando un buen desempeño energético por el uso correcto de máquinas, servicios que usan las partes internas involucradas y las herramientas para así disminuir el mal uso de energía esto se consigue con la buena comunicación interna y externa determinado en el ítem 7.0.

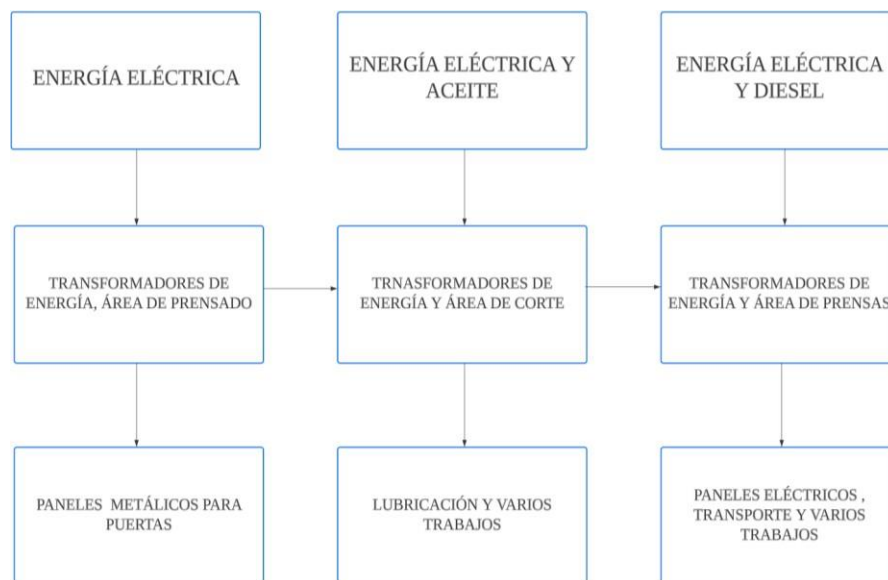
Adicionalmente el buen manejo de maquinaria complementa un mejor uso por lo que se puede hacer un registro de maquinaria en el Anexo L.

Diseño

La Figura 43 expone el diseño energético productivo, el cual especifica el diagrama de todas las entradas energéticas y los productos que son el resultado de las entradas mencionadas, además es de gran utilidad para llevar un control estratégico operacional y persecución, medición del proceso productivo, que justifica este apartado, y se encarga la alta dirección del diseño para la recolección de datos.

Figura 44

Diagrama energético productivo de IMC



Valoración del desempeño energético

Persecución, control, observación y valoración del SGen mediante el desempeño energético.

En primera instancia se debe recalcar que existen limitaciones como: posiciones, exactitudes, datos que crean incertidumbre. Los datos de las valoraciones del SGen y progreso referente al desempeño sirven para la evaluación correcta del desempeño del consumo energético

actual ya que se comparan datos recolectados de los IDEn en conjunto con las LBen (líneas de base energética) por lo que este ítem se justifica con el Anexo M y Anexo N donde se exponen formatos para controlar la valoración y observaciones del progreso de la planificación.

Auditoría interna

Cabe recalcar que las auditorías internas se diferencian con las auditorías energéticas debido a que los campos que evalúan son distintos, la justificación del apartado se expresa mediante un modelo de documentación referente a las auditorías en el Anexo O.

Revisión por la dirección

Alta gerencia de IMC es responsable de evaluar el SGen seis meses después cuando se realice su implementación, luego, el sistema será evaluado anualmente participando en auditorías internas y revisando los resultados, de la reunión se levanta actas que determinen el registro de los participantes, constatando la consideración y cumplimiento de este punto, el presente ítem se justifica en el ANEXO P.

Mejora

No conformidad y acción correctiva

Se establece que IMC contiene toda la información documentada de manera sistemática en las que se exponen todas las inconformidades sobre las acciones correctivas que han suscitado o están por suscitarse, se registran ya que es de suma importancia adjuntar toda la información ya que se pueden evidenciar en casos oportunos como: futuras no inconformidades o hacer modificaciones. Se presenta un modelo esquema para registrarlas en el Anexo Q.

Mejora continua

Se decreta que IMC debe basarse en una constante serie de planificaciones que logre validar la continuidad del desempeño referente al consumo desde que se empieza a implementar,

para lo cual se deben hacer firmemente y la alta gerencia debe establecer el periodo de tiempo, que se notarán en la disminución del consumo energético y los gastos en planillas eléctricas llevando a que los índices de consumo energético alcancen el cumplimiento de metas y objetivos emitidos.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Diagrama de estratificación

En el diagrama de la Figura 18, se puede analizar el valor porcentual de los gastos energéticos vs los ingresos en la compañía, a pesar de que el 7% es un valor considerablemente bajo referente a los \$250000 de los ingresos de la compañía, los autores (Peña y Vaiego, 2019) citados en el desarrollo del estado del arte concluyen la norma ISO 50001:2011 manifiesta que su metodología se puede implementar mediante un SGEN independiente de su volumen o movimiento económica, por lo que optimiza recursos internos en la compañía y reduce la emisión de *CO2*.

Área y energético objeto de estudio

El diagrama de Pareto de las Figuras 19 y 20, se encuentra ordenada de manera descendente tanto los energéticos con mayor incidencia, como las áreas en las que inciden dichos energéticos, todos los valores en TEP, por lo que el acumulativo de electricidad representa un resultado de 80.03% y el área de producción 1, representa el 80%, resultados que cumplen la ley del 80 – 20. Ley que sostiene que el 80% (electricidad y área de producción 1). Esto coincide lo mencionado en el estado del arte (Twenergy, 2018)

Gráficos de control

En relación con el consumo energético y la producción de paneles metálicos, de las Figuras 21 y 22 gran parte de los puntos están dentro de los límites a excepción de mayo 2022

con una producción de 36750 paneles metálicos (existe bajos ingresos) para un consumo de 1018 kWh y febrero 2023 con una producción de 45900 paneles metálicos (existe incremento máximo de ingresos) con un consumo de 3218 kWh.

Diagrama de dispersión E vs P (2022 - febrero 2023)

En el diagrama de Dispersión, Energía vs Producción de la Figura 24, como resultado una correlación $R^2 = 0,97$, por lo que se puede afirmar que de acuerdo con lo expresado en el estado del arte (Osiberg, 2020) el resultado expuesto revela que los valores correlacionados son apropiados para el análisis energético, y un control adecuando de consumo eléctrico.

Diagrama de Índice de consumo vs Producción de paneles metálicos

En el diagrama de (IC vs P) de la Figura 25, para la producción de paneles metálicos como se deduce que a medida que reduce la producción el índice de consumo aumenta, Carranza & Rivera (2020) muestra que se debe al aumento relativo del peso de la energía no asociada a los procesos productivos, entonces si la producción incrementa, el gasto por unidad productiva se reduce por lo que las ganancias tienden a aumentar. Por lo tanto, los puntos ubicados debajo de la curva muestran el aumento de eficiencia en el proceso, y para contrarrestar dicho efecto mencionado anteriormente se determinó que la producción inicial es 36750 paneles metálicos y el punto máximo es de 45900 paneles, es decir que si se fabrica más de 36750 mensualmente en el área objeto de estudio no disminuirá el IC, debido a que la gráfica exhibe una forma asintótica y la tendencia es cercana al eje x.

Plan de mejora continua

Para este plan se evalúa los factores eléctricos en el área objeto de estudio en el tiempo seleccionado y mencionado anteriormente, Esto de acuerdo con lo investigado en el estado del arte (Pinduisaca et al., 2019) la Norma Nacional ACERNN 002/20, la Norma Internacional IEEE-1159

y la Norma Internacional IEEE 519 se cataloga la regulación de cumplimiento o no, de las normas de siguientes factores eléctricos expuestos en la Tabla 37.

Tabla 37

Cumplimiento o incumplimiento de los factores eléctricos según las normas nacionales e internacionales.

FACTORES	Rango	Resultado	Cumple	No cumple
Voltaje Nominal Fase – Neutro: 127 V	±8%	A 10.52 B 10.02 C 9.88		x
Voltaje Nominal Fase – Fase: 220	±8%	A 14.41 B 14.45 C 13.32		x
Voltaje Neutro	-1 v	1.33		x
Desequilibrio de Corriente	3.0%	3.07		x
Factor de Potencia.	0.92	0.56		x
Capacidad Transformador	125kVA	35.64	x	
THD de Voltaje.	8%	1.01	x	
Armónicos Indiv. s de Voltaje.	<5%	A5 1.37	x	
Armónicos Indiv. de Corriente	12-5%	A7 /A13 33.34/6.04		x
Armónicos de Voltaje en el Neutro.	15%	6.82	x	
Armónicos Individuales de Voltaje en el Neutro.	<5%	0.05	x	
THD de Corriente	12-5%.	A3 0.57		x
Armónicos de Corriente en el Neutro.		A11 0.14	x	

De acuerdo con estos resultados se puede hacer referencia al antecedente principal Guamangallo (2015) en su trabajo de titulación en el que manifiesta que existe penalización en la empresa por de potencia bajo, por lo que se instaló un banco de capacitores según recomendaciones del autor, actualmente el problema sigue suscitando con un promedio trifásico de 0.56, y los armónicos de corriente más elevados; el armónico 3 con un 24.60% y 7 con un 33.34% lo que significa que se encuentran fuera de la norma IEEE-519 y esto provoca penalizaciones, daño de equipos y de los conductores, por lo que empresa se propone la adquisición de un filtro de armónicos para la regulación de las normas e incrementar factor de potencia. según las nuevas realidades de la compañía IMC. Acerca del diagnóstico energético visual en toda el área de la compañía se logra enumerar las siguientes recomendaciones para un mejor desempeño energético:

1. Adquirir un filtro de armónico de acuerdo con las especificaciones del transformador del área objeto de estudio.
2. Utilizar iluminación necesaria, e implementar sensores de presencia y temporizadores y focos ahorradores en todas las áreas.
3. Utilizar siempre colores claros, tanto para infraestructura como para TPP.
4. Dar de baja aquellos equipos que ya no se utilizan y evitar encenderlos.
5. Revisar las conexiones y corregir las que no se encuentren correctamente conectadas a tierra.
6. Tener horarios de uso de equipos que presenten necesidad de mantenimiento.
7. Revisar la alineación de motores y el correcto funcionamiento de motores reparados o rebobinados.
8. Cambiar los motores monofásicos a trifásicos para mayor eficiencia entre el 3% y 5%,

según la Norma INEN (2009)

9. Evitar la concentración de motores en lugares que no haya movimiento de aire.
10. Se recomienda establecer mantenimiento provisorio y correccional para mejor funcionalidad de la maquinaria.

Diseño de Gestión Energética en IMC bajo la norma ISO 50001

La propuesta de SGEN es adecuada a las realidades actuales de la empresa, y corroborando lo investigado en el estado del arte (Reyes, 2023) deben estar examinadas en cada fase, estas deben estar enlistadas en orden y verificar su cumplimiento ya que el SGEN se extrae en las fases del PDCA.

El diseño está sujeto a sugerencias basadas en la norma ISO 500001, los cambios y modificaciones que se realicen se reflejan al momento de la implementación, el objetivo y meta planteada está destinada que se reduzca un 10% de consumo energético y reducción de *CO2* por lo que es una ayuda directa al diagrama de Índice de Consumo futuro.

Los requerimientos legales precisos para la implementación del SGEN se exponen en el Anexo R, donde se encuentran enumerados según las legislaciones vigentes de gestión energética en Ecuador.

La línea base energética sirve como punto de comparación para futuras evaluaciones. Esto coincide lo expresado en el estado de arte de (Ríos, 2019) Es necesario registrar la cantidad de producción de paneles metálicos como se expone un ejemplo de recolección de datos en el Anexo I.

De acuerdo con el PLAN 1 se logra obtener una sucesión de acciones con sus pertinentes comprometidos, y fechas que se recomienda establecer, el porcentaje establecido bajo la norma ISO 50001, ya que instituye que la disminución del consumo energético mediante la metodología Plan, Do, Check, Act va de la mano con un correcto diagnóstico energético, línea base por lo que va desde un 5% a un 10% de reducción, obteniendo los desperfectos y recomendaciones energéticas se logra reducir el máximo porcentaje ISO (2011).

Conclusiones

- Con el diagrama de Pareto se identificó los energéticos de mayor incidencia y el área con mayor consumo energético en este caso el área de producción, así como también se tuvo un diagnóstico energético de IMC para establecer oportunidades de ahorro energético.
- Se realizaron correlaciones entre el consumo energético vs la actividad de producción de paneles metálicos mediante el uso de gráficos de control por lo que se logra identificar la línea base para dar seguimiento a los objetivos energéticos planteados, se encuentra establecida con las variables del registro de producción.
- Se puede lograr un ahorro de 3864 kWh anuales de acuerdo con el plan 1, generando un ahorro de \$347.49.
- De acuerdo con los USEn identificados en la compañía IMC se logra establecer mejoras y medidas de ahorro de energía, de las cuales se propone dar de baja a la maquinaria que ya no está involucrada en la producción.
- De acuerdo con las regulaciones de calidad energética, se necesita aumentar el factor de potencia un 0.36 para el cumplimiento de la ARCERNNR-017/2020 y disminuir los armónicos de corriente 3 y 7 al menos un 20% para que se encuentre dentro de la norma IEEE-519.

Recomendaciones

- Para garantizar un correcto diagnóstico energético esta debe ser ordenada y tomar en cuenta los ejemplos de formatos que se encuentran en la parte de anexos. Se recomienda enfatizar lo importante de mantener de la preservación energética en IMC, ya que la parte con la que más batalla la implementación, son las aptitudes y actitudes de todo el personal, principalmente en la escasez de los recursos no renovables.
- Al socializar el plan 1 se recomienda prestar especial atención a todas las directrices que emite la norma ISO 50001 por lo que es necesario estar en constante renovación y de manera permanente la metodología, esto con el fin de evitar pendientes a los cambios o desperfectos futuros que se puedan suscitar.
- Se recomienda ampliamente que los equipos involucrados en las áreas productivas se encuentren en óptimas condiciones y se encuentren calibrados periódicamente, en especial antes de implementar el SGEEn ya que aporta al mejor rendimiento de este y los futuros diagnósticos energéticos se encuentren en mejores escenarios para así involucrar otros sistemas de gestión afines.
- Finalmente se recomienda una vez socializado el SGEEn entre todas las partes internas y externas, desarrollar una simulación donde aumente el consumo energético y no se cumplan los objetivos propuestos por alta gerencia, para avalar resultados de revisión táctico y examinar la intervención y reacción de todo el comité energético.

Bibliografía

Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables.

(2020). Recuperado el 25 de abril del 2023, de

<https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/#>

AGENCIA de sostenibilidad energética. Guía Implementación de Sistemas de Gestión de

la Energía basados en ISO 50001. Chile: Agencia de Sostenibilidad Energética,

2018. 84 pp

Albuja Espinosa, L. A., & Soria Acosta, P. D. (2018). Elaboración de un sistema de

gestión energética para el hospital Baca Ortiz de Quito, según normativa INEN NTE

ISO 50001 (Master's thesis, Quito, 2017.).

ALDONA, Kluczek y PAWEŁ, Olszewski. Energy audits in industrial processes. s.l.:

Energy audits in industrial, 2017. pág. 17.El Ministerio del Ambiente (2018)

ARCERNNR-009/2022 del 14 de abril de 2022. Resolución tarifa nacional promedio.

Recuperado de [https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/lastarifas-de-energia-](https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/lastarifas-de-energia-electrica-no-se-incrementaran-en-el2022/#:~:text=El%20Directorio%20de%20la%20Agencia,(%C2%A2USD%2Fk)

[electrica-no-se-incrementaran-en-](https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/lastarifas-de-energia-electrica-no-se-incrementaran-en-el2022/#:~:text=El%20Directorio%20de%20la%20Agencia,(%C2%A2USD%2Fk)

[el2022/#:~:text=El%20Directorio%20de%20la%20Agencia,\(%C2%A2USD%2Fk](https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/lastarifas-de-energia-electrica-no-se-incrementaran-en-el2022/#:~:text=El%20Directorio%20de%20la%20Agencia,(%C2%A2USD%2Fk)

Wh)

ARCONEL (2018). Estadística Anual y Multianual del Sector Eléctrico

Arteaga Navarrete, J. A. (2020). Diseño de un sistema de gestión energética de acuerdo con la normativa ISO 50001 para una estación de bombeo de crudos pesados.

Bravo, J. C. S., & Piguabe, L. F. S. (2021). Estado del arte de la gestión energética en la industria. *Dominio de las Ciencias*, 7(3), 778-802.

BSI. (2019). Obtenido de <https://www.bsigroup.com/es-ES/ISO-50001-GestionEnergetica/Requisitos-de-la-norma-ISO-50001/> Chanto, F. (2017). Dirección de Dirección y Calidad. Obtenido de DICA: <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/pptsforofuturista/Iso50001.pdf>

Correa Soto, J., González Pérez, S., & Hernández Alonso, Á. (2018). La gestión energética local: elemento del desarrollo sostenible en Cuba. *Revista Universidad y Sociedad*, 9(2), 59-67.

Crespo Sánchez, G., Monteagudo Yanes, J. P., Montesino Pérez, M., Cruz Viroso, I., & Cabrera Sánchez, J. L. (2019). La gestión energética en la fabricación de piensos balanceados en Cienfuegos. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(1), 249-256.

DISTRILUZ. (2020). Distriluz. Obtenido de https://www.distriluz.com.pe/index.php/informacioncliente/itemlist/search?searchword=potencia&format=html&t=159261833_0138&tpl=search_Energía

Estrategica. (18 de Julio de 2018). Obtenido de

<http://www.energiaestrategica.com/ranking-internacional-de-eficienciaenergetica-2018/>

Flores, L., & Jáuregui, I. (2020). Guía de implementación e interpretación de requisitos del estándar ISO 50001: 2018. México: Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, Conuee. GÓMEZ-RODRÍGUEZ, V. G., & CHOURODRÍGUEZ, R. O. G. E. L. I. O. (2019). Ecuador De Cara A La Sustentabilidad En El Siglo XXI: Ley De Eficiencia Energética. *Identidad Bolivariana*, 3(1), 1-8.

ISO. (2011). 50001: 2011. “Sistemas de Gestión de la Energía.

ISO. International Organization for Standardization. [En línea] 2018.

<https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html>.

ISOTOOLS. Isotools. [En línea] 2019.

<https://www.isotools.org/normas/medioambiente/iso-50001>.

Leavitt, B. (2022). Practical options exist for electrical power quality and system harmonics: Harmonic distortion resolution of variable frequency drive motor applications will provide the most beneficial actions for IEEE 519 compliance. *Consulting Specifying Engineer*, 59(1), 24-31.

Ley orgánica de Eficiencia Energética el 8 de enero de 2019. Recuperado en

<https://www.recursoyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2022/12/20190319->

S_R_O_449_19_MARZO_LEY-ORGANICA-DE-EFICIENCIAENERGETICA.pdf

21. Moreno, P., & Darío, Á. (2018). DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN BASADO EN LA NORMA ISO 50001 EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA DE ALUMINIO CEDAL (Bachelor's thesis, Ambato: Universidad Tecnológica Indoamérica).

liderfe. (17 de enero de 2022). liderfe: Línea de producción: características, organización, balance, ejemplo. Obtenido de <https://www.lifeder.com/lineadeproduccion/?fbclid=IwAR0qXQD9MgCZkFWwrVHkHdcOhn8n9wXXaGpbkUkpOpBvmtJL0CavwN8kc0>

MINEM. (marzo de 2019). SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA ISO 50001. San Borja. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGEE/eficiencia%20energetica/EVENTO/ISO%2050001%20Marzo%202019.pdf> MINEM. (s.f.).

Ministerio de Energía y Minas. (10 de Mayo de 2022). [recursyenergia.gob.ec](https://www.rekursyenergia.gob.ec/). Obtenido de [https://www.rekursyenergia.gob.ec/las-tarifas-de-energiaelectrica-no-seincrementaran-enel2022/#:~:text=El%20Directorio%20de%20la%20Agencia,\(%C2%A2USD%2FkWh\)](https://www.rekursyenergia.gob.ec/las-tarifas-de-energiaelectrica-no-seincrementaran-enel2022/#:~:text=El%20Directorio%20de%20la%20Agencia,(%C2%A2USD%2FkWh))

Ministerio de Energía y Minas. Obtenido de <https://www.gob.pe/minem> Ministerio de Energía y Minas. (2017). Uso Eficiente de la Energía. Lima.

OSINERG. (2005). Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final. OSINERG. (2010). Norma "Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final". Lima.

OSINERGMIN. (2020). Obtenido de OSINERGMIN:

[https://www.osinergmin.gob.pe/Tarifas/Electricidad/PliegoTarifario.aspx?I](https://www.osinergmin.gob.pe/Tarifas/Electricidad/PliegoTarifario.aspx?Id=130000)

d=130000 Osinergmin. (s.f.). Osinergmin. Obtenido de

[http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_osinergmin/q](http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_osinergmin/quienes_somos)

uienes_somos OSINERGMIN. (s.f.). OSINERGMIN. Obtenido de

<https://www.osinergmin.gob.pe/Tarifas/Electricidad/PliegoTarifario.aspx?Id=130000>

Paredes Sánchez, J. L. (2018). Diseño de un sistema de gestión energética en base a la ISO 50001 y su influencia en los costos en el taller Esco SRL, Cajamarca-2018.

Peña Acción, J. A., Viego Felipe, P. R., Gómez Sarduy, J. R., & Padrón Padrón, A. E. (2019). Pronóstico del consumo pico para la gestión energética de la Universidad de Cienfuegos. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(4), 220-228.

Pinduisaca, L. E. M., Almache, J. C. P., Moyano, L. F. B., & Cárdenas, O. B. B. (2019). Diagnóstico energético del sistema de calentamiento de agua en la piscina del Complejo de Natación Carlos Costales de la ciudad de Riobamba. Propuesta de alternativas de solución. *Ciencia Digital*, 3(2.6), 370-387.

- Reyes Segovia, I. G. (2023). Desarrollo de un sistema de gestión energética en conformidad con la norma ISO 50001: 2018 para Seyquiin cia. Ltda., en el año 2022 (Master's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Rios Gálvez, H. P. (2019). Propuesta de implementación de un sistema de gestión de energía bajo la norma ISO 50001, para la reducción de costos en taller de mantenimiento mecánico de una empresa minera.
- Robles-Rojas, K. D. L. Á. (2019). Modelo de Gestión Energética para los Sistemas de Aires Acondicionado del Campus Tecnológico Central Cartago del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Romero, C. (17 de Julio de 2019). Universidad de Lima. Obtenido de <http://www.ulima.edu.pe/pregrado/negociosinternacionales/noticias/importancia-de-los-sistemas-de-gestion-y-de-la-SMARKIA>. (13 de mayo de 2015).
- Ruiz Morales, A. P. (2023). Modelo de gestión de calidad para el sistema energético sostenible en curtiembres (Master's thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador)
- Ruiz, A., & Mitre, E. H. (2018). Desarrollo de un sistema de gestión de eficiencia y ahorro energético para las instituciones del sector público. *Revista de Iniciación Científica*, 3(1), 70-76.

SMARKIA. Obtenido de Las 7 fases para implantar con éxito un Sistema de Gestión ISO

50001: [http://www.smarkia.com/es/blog/las-7-fases-para-implantar-con-exito-](http://www.smarkia.com/es/blog/las-7-fases-para-implantar-con-exito-unsistema-de-gestion-iso-50001)

[unsistema-de-gestion-iso-50001](http://www.smarkia.com/es/blog/las-7-fases-para-implantar-con-exito-unsistema-de-gestion-iso-50001) Twenergy. (2018). Obtenido de

<https://twenergy.com/energia/energia-electrica> Univesidad Privada Antenor Orrego.

(s.f.). UPAO. Obtenido de www.upao.edu.pe

Tovar G. comunicación personal (9 de junio de 2023). Entrevista personal para la

recolección de datos del estado actual de la compañía IMC.

ANEXOS

Anexo A Esquema completo de la Compañía IMC.



ÁREA ADMINISTRATIVA

ÁREA DE PRODUCCIÓN 1

ÁREA DE PRODUCCIÓN 2

Anexo B Recolección de datos sobre el consumo energético en el periodo 2022- febrero 2023.

MES	ÁREA PROD 1		ÁREA ADMINISTRATIVA		ÁREA PROD 2	
	ENERGÍA ELÉCTRICA	\$	ENERGÍA ELÉCTRICA	\$	ENERGÍA ELÉCTRICA	\$
ene-22	2208,00	461,52	1596,00	284,55	1670,00	422,6
feb-22	1018,00	454,25	1416,00	518,94	1554,00	823,73
mar-22	2122,00	425,68	1412,00	213,53	2119,00	423,45
abr-22	2190,00	458,6	1219,00	215,5	2122,00	425,68
may-22	1845,00	330,72	1307,00	215,26	2136,00	425,25
jun-22	2136,00	425,25	959,00	175,5	1567,00	364,9
jul-22	1776,00	349,42	1918,00	674,28	1925,00	331,22
ago-22	1919,00	345,42	1094,00	257,93	1595,00	303,83
sep-22	1567,00	364,9	1227,00	268,9	1925,00	339,1
oct-22	1812,00	372,44	1970,00	497,1	1595,00	324,58
nov-22	3218,00	551,64	1165,00	261,31	2020,00	346,82
dic-22	2672,00	475,88	1195,00	268,38	1845,00	330,72
ene-23	1670,00	422,6	1335,00	239,9	2113,00	397,24
feb-23	1917,00	484,24	2136,00	425,25	1919,00	345,42

Anexo C Unidades que se utilizaron para las respectivas transformaciones.

Factor	Unidad	Unidad
Aceite	1 galón	3.78 Litros
Diésel	1 galón	3.78 Litros
Electricidad	kW	0.001MW
Electricidad	1kWh	0.0860 <i>Tep/MWh</i>
Aceite lubricante	Galones	0.9600 <i>Tep/T</i>
Diesel	Galones	1.0350 <i>Tep/T</i>
Tonelada	1Ton	1000 <i>kg</i>
Litro	1 litro	1 <i>kg</i>
Aceite de motor	700 <i>kg/m³</i>	
Densidad Diesel	850 <i>kg/m³</i>	

**Anexo D Recolección de datos sobre la producción de paneles metálicos en el periodo 2022-
febrero 2023.**

PRODUCCIÓN ÁREA 1	PRODUCCIÓN	ÁREA PROD 2	
PANELES LARGOS	PANELES CORTOS	PANELES LARGOS	PANELES CORTOS
38300	20000	30000	11000
38000	33000	40000	14000
37500	23000	30000	9000
39000	23500	35000	9000
35000	23500	25000	19000
38000	21000	23500	17000
36500	35000	22000	10000
36500	22000	21000	18000
37500	22800	22500	17500
38000	32500	22500	18000
30000	22500	24000	19000
32000	22800	24500	19500
30000	21500	25000	19000
30000	31800	24000	19500

Nota: Elaboración propia, datos recolectados mediante entrevista personal al Ing. en Mantenimiento. Fuente: (G. Tovar, comunicación personal, 9 de junio de 2023)

Anexo E Actividad Productiva en IMC.

No	Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		19/6/2023	20/6/2023	14/6/2023	15/6/2023	16/6/2023	17/6/2023	18/6/2023
1	1:00:00	0,39	2,91	1,88	0,35	0,03	16,67	—
2	2:00:00	0,40	16,69	9,63	0,26	16,67	16,34	—
3	3:00:00	0,64	16,99	9,52	0,26	16,34	16,16	—
4	4:00:00	0,65	22,33	9,43	0,26	16,16	16,18	—
5	5:00:00	0,65	13,31	9,40	0,26	16,18	3,07	—
6	6:00:00	0,66	6,78	9,45	0,17	3,07	6,74	—
7	7:00:00	0,44	7,21	9,53	0,73	6,74	15,27	—
8	8:00:00	7,08	0,97	9,43	1,06	15,27	15,54	—
9	9:00:00	8,80	0,48	9,63	0,49	15,54	14,94	—
10	10:00:00	14,27	0,50	8,91	0,56	15,35	14,72	—
11	11:00:00	6,01	7,55	9,51	0,52	15,08	14,61	—
12	12:00:00	0,30	0,37	3,97	0,37	14,94	14,39	—
13	13:00:00	0,34	0,41	0,45	0,48	10,51	6,87	—
14	14:00:00	0,41	8,92	0,44	0,48	14,73	10,51	—
15	15:00:00	25,56	8,92	0,45	0,47	8,16	9,50	—
16	16:00:00	9,07	0,31	0,45	9,57	0,21	14,65	—
17	17:00:00	2,05	0,37	0,43	0,25	0,54	14,65	—
18	18:00:00	0,39	0,38	0,39	0,25	0,53	14,38	—
19	19:00:00	0,40	0,39	0,37	0,32	0,52	14,27	—
20	20:00:00	0,40	0,37	0,36	0,31	0,52	14,63	—
21	21:00:00	0,40	0,37	0,35	0,32	0,19	14,52	—
22	22:00:00	0,39	0,37	0,35	0,32	3,93	14,73	—
23	23:00:00	0,33	0,37	0,35	0,22	2,02	8,16	—
24	0:00:00	0,30	0,29	0,30	0,35	0,23	8,87	—

Anexo F Ejemplo de carta que estiman los objetivos y metas por Alta Gerencia en IMC.**Código: IMC50001 - 02**

Latacunga, _____ de _____ del _____

Estimado

Ing. (Nombre del Gerente)

Gerente de la compañía IMC

SGE SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA; OBJETIVOS Y METAS

De acuerdo con los enunciados 3.11 y 3.17 de la norma ISO 50001:2011, se instituyen los siguientes objetivos y metas el cumplimiento de Política Energética que se expone de la siguiente manera:

Objetivos:

Involucrar a todo el personal de la compañía IMC para fomentar el buen uso de la energía.

Reducir gastos de consumo energéticos y emisiones de CO2 impidiendo que se involucren los consumos excesivos de energía que no se involucre a la producción.

Buscar un mejor desempeño energético, implementando planes para un mejor consumo energético y promover ahorros significativos.

Metas:

En el primer semestre de implementación conseguir la reducción del consumo energético.

Impartir capacitación de eficiencia energética a todos los trabajadores y personal administrativo hasta el segundo mes de la implementación del sistema de gestión energética.

Representante Principal

Anexo G Recolección de Datos Energética VS producción

Código

Fecha

Hojas 1/1

Listado de formatos y formularios para los registros de recolección de datos mediante


SGEn, IDEN y LBEN

Contenido	Código	Fechas
Control Operacional	IMC-C	
Plan de Acción	IMC-PA	
Acciones	IMC-A	
Consumo Energético	IMC-CE	
Registros de producción	IMC-RP	
Registros de Línea Base	IMC-LB	
Registros de Índice de Consumo	IMC-IC	
Registro de ingresos	IMC-IE	
Firmas	Gerente	Representante comité energético

Anexo I Formato ejemplo de formulario para la recolección de producción

		
CÓDIGO	FECHA	# DE HOJA
REGISTRO DE PRODUCCIÓN		
ENERGÍA ELÉCTRICA		
PERIODO	CONSUMO kWh	CANTIDAD DE PRODUCCIÓN
TOTAL:		
ENERGÉTICO: (ESCRIBIR EL ENERGÉTICO)		
PERIODO	CONSUMO	CANTIDAD DE PRODUCCIÓN
TOTAL		
FIRMA	PRIMER VOCAL	SEGUNDO VOCAL

Anexo J Formato ejemplo de formulario para la recolección de ingresos económicos

		
CÓDIGO	FECHA	# DE HOJA
REGISTRO DE CONSUMO DE ENERGÍA		
PERIODO	DETALLE	VALOR \$
	TOTAL:	
FIRMA	PRIMER VOCAL	SEGUNDO VOCAL

Anexo K Inventario de la maquinaria en IMC

CÓDIGO: IMC.0000N

FECHA DE EDICIÓN: 24/06/2023

BASE DE DATOS DE EQUIPOS, MAQUINAS Y HERRAMIENTAS**GESTION DE MANTENIMIENTO**

VERSIÓN 001


TEMA	LEVANTAMIENTO MAQUINARIAS EN PLANTA		
PLANTA	INDUSTRIA METALICA COTOPAXI		
MAQUINARIA	#	Marca	
BAROLADORA	1	HAAS	
PRENSA L	1	DURMA	
CENTRO DE MECANIZADO	1	COLLADO	
CIZALLA	4	TEKWELL	
COMPRESOR FIJO	1	ARTEC	
CORTADORA DE HILO CNC	1	SINO	
CORTADORA CNC	1	FLUMAS	
CORTADORA FLUMAS	2	BODOR	
CORTADORA GRANDE CNC	1	D500	
DEBOBINADORA	1	LARA	
DESENROLLADORA	2	DEMAC	
DOBLADORA	1	EXEL	
DOBLADORA DE MUELAS	1	NIAGRA	
DOBLADORA DE PERFIL	1	DEWALT	
ESMERIL	3	MAKITA	
FRESADORA	1	CHINA	
MAQUINA DE BALUSTRES	1	COLLI	
MAQUINA DE BUJES	1	TOSHIBA	
MARTILLO DE BALUSTRES	1	LAUFFER	


PERFILADORA	1	BAKER
PLEGADORA	3	IDROMETAL
PRENSA	13	CHINA
PUNZONADORA	1	CELTS
PUNZONADORA CNC	1	TGM
RECTIFICADORA	2	GEKA
RECTIFICADORA PLANA	1	HARSEL
SIERRA	2	LOIRE SAFE
TALADRO DE COLUMNA	1	PANGONI
TEXTURADORA	1	CHINA
TRONZADORA	1	CHINA
TROQUELADORA	8	PH
TROQUELADORA CNC	1	INNES
TOTAL	62	

Anexo M Formato ejemplo de formulario de control operacional del SGen


CÓDIGO	NOMBRE	RESPONSABLE	IDENTIFICACIÓN	ARCHIVO	TIEMPO CONSERVADO
-	Listado de documentación	Rep. Comité Energético	Fecha de aprobación	Carpeta registros del sistema	3 AÑOS
-	Oferta	Administración	Código oferta Nombre cliente Fecha aprobación	Carpeta cliente	3 AÑOS
-	Alabarán proveedor	Administración	N. albarán nombre proveedor fecha	Contabilidad	3 AÑOS
-	Plan de formación	Talento Humano	Fecha de aprobación	Carpeta formación	3 AÑOS
-	Informe de revisión	Dirección	Fecha de aprobación	Carpeta registro del sistema	3 AÑOS

Anexo N Formato ejemplo de formulario de valoración del SGen


		
CÓDIGO	FECHA	# DE HOJA
PLAN DE VALORACIÓN DEL SGen		
OBJETIVO:		
ALCANCE:		
METODOLOGÍA:		
AUDITOR/ACTIVIDAD	OBSERVACIONES	DOCUMENTO
FIRMA		
REPRESENTANTE PRINCIPAL	PRIMER VOCAL	SEGUNDO VOCAL

		
CÓDIGO	FECHA	# DE HOJA
LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA AUDITORÍA INTERNA		
AUDITOR:		
ASPECTO AUDITADO:		
CLAÚSULA:		
ACTIVIDAD	CONFORMIDAD/NO CONFORMIDA	OBSERVACIONES
FIRMA		
REPRESENTANTE PRINCIPAL	PRIMER VOCAL	SEGUNDO VOCAL

Anexo P Formato ejemplo de formulario de revisión de resultados del SGen

		
CÓDIGO	FECHA	# DE HOJA
LISTA DE VERIFICACIÓN RESULTADOS DEL SGen		
AUDITOR: ASPECTO AUDITADO: CLAÚSULA:		
ACTIVIDAD	RESULTADOS CONFORMES E INCONFORMES	OBSERVACIONES
FIRMA		
REPRESENTANTE PRINCIPAL	PRIMER VOCAL	SEGUNDO VOCAL

Anexo Q Formato ejemplo de formulario de Registro de No Conformidades en contexto con el SGen

		
CÓDIGO	FECHA	# DE HOJA
REGISTRO DE NO CONFORMIDAD		
# DE CONFORMIDAD		
ÁREA DE PROYECTO		
NORMA Y CLAÚSULA		
CRITERIO	EVIDENCIA	RESPONSABLE
FIRMA		
REPRESENTANTE	PRIMER VOCAL	SEGUNDO VOCAL
PRINCIPAL		

Anexo R Requerimientos Legales

#	LEGISLACIÓN NACIONAL	RESUMEN	ART.	VIGENCIA
1		Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.	Art 14	Registro oficial N: 449 del 20 de octubre 2018
2	CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPUBLICA	El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientales limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.	Art 15	Registro oficial N: 449 del 20 de octubre 2018
3		Se reconoce y garantiza a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.	Art 66 Núm. 19	Registro oficial N: 449 del 20 de octubre 2018

4	El Estado adoptara las políticas medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño.	Registro oficial N:449 de 20 octubre 2018 Art 396
5	Es estado fomentará el desarrollo y el uso de recursos	Registro
6	LEY DE REGIMEN DEL SECTOR ELECTRICO Energéticos no convencionales, a través de los organismos públicos, la banca de desarrollo, las universidades y las instituciones privadas	Art 63 Oficial suple 43, 10 Oct 1996
	El Consejo Nacional de Electrificación dictará las normas aplicables para el despacho de la electricidad producida con energías no convencionales tendiendo a su aprovechamiento y prioridad	Art 64 Registro Oficial suple 43, 10 Oct 2018
7	DIRECCIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Establecer estándares de Uso Eficiente de Energía para las distintas instalaciones y emitir certificados de Eficiencia Energética en entidades públicas y privadas que los cumplan	Art 32 Registro Oficial suple 13 mayo 2018
8	REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 036:2010 LÁMPARAS Establece la (eficiencia energética) eficacia mínima energética y las características de la etiqueta informativa en cuanto a la eficacia (luminosa) energética de las lámparas fluorescentes compactas de construcción modular, para uso con balastos electrónicos o electromagnéticos, y a las lámparas	Resolución N:020- 2010, 3 junio de 2010

	FLUORESCENTES	fluorescentes compactas de construcción integral para		
	COMPACTAS	uso con balasto electrónico.		
9	NORMA TÉCNICA	Establece los valores de eficiencia energética nominal y	-	-
	ECUATORIANO	mínima de los motores eléctricos		
	INEN 2498:2009	Estacionarios monofásicos y trifásicos.		
	MOTORES			
	ELÉCTRICOS			