



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICO EN ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA
TEXTIL EN MIXCO, GUATEMALA**

Christian Humberto Mendez Alvarado

Asesorado por M.A. Ing. Edinson Hernández Barillas

Guatemala, junio de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICO EN ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA
TEXTIL EN MIXCO, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CHRISTIAN HUMBERTO MENDEZ ALVARADO
ASESORADO POR M.A. ING. EDINSON HERNÁNDEZ BARILLAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

GUATEMALA, JUNIO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIA	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Marvin Marino Hernández Fernández
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Ramírez Ortiz
EXAMINADOR	Ing. José Guillermo Bedoya Barrios
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICO EN ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA TEXTIL EN MIXCO, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 21 de abril de 2023.



Christian Humberto Mendez Alvarado



EEPM-PP-0372-2023

Guatemala, 21 de abril de 2023

Director
Armando Alonso Rivera Carrillo
Escuela De Ingeniería Mecánica Eléctrica
Presente.

Estimado Ing. Rivera

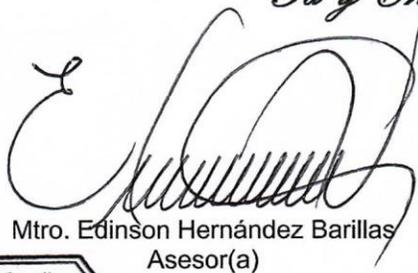
Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICO EN ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA FABRICA TEXTIL EN MIXCO, GUATEMALA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Gestión y uso eficiente de la energía - Uso eficiente en sistemas industriales y comerciales**, presentado por el estudiante **Christian Humberto Méndez Alvarado** carné número **201213296**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Energía Y Ambiente.

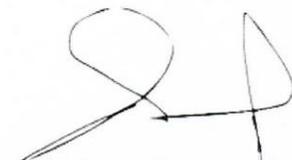
Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Mtro. Edinson Hernández Barillas
Asesor(a)




Mtro. Juan Carlos Fuentes Montepeque
Coordinador(a) de Maestría




Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP-EIME-0371-2023

El Director de la Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica de la Facultad de Ingenieria de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICO EN ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA FABRICA TEXTIL EN MIXCO, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Christian Humberto Méndez Alvarado**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
Director
Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica

Guatemala, abril de 2023



La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICO EN ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA FABRICA TEXTIL EN MIXCO, GUATEMALA**, presentado por: **Christian Humberto Mendez Alvarado** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Firmado digitalmente por AURELIA ANABELA CORDOVA ESTRADA Fecha: 06/06/2023 09:27:45 p.m. Razón: Orden de impresión Ubicación: Facultad de Ingeniería, USAC.

Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
Decana



Guatemala, junio de 2023

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2023 Correlativo: 14 CUI: 2323039830101

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS), Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por su guía en esta vida.
- Mis padres** Justo Mendez y Elvia Alvarado, mi eterno agradecimiento por brindarme sus cuidados, su amor y constante apoyo para lograr este objetivo.
- Mis hermanas** Lucya Mendez y Suzely Mendez, por su apoyo incondicional.
- Mis amigos** Gerber Mendez, Fernando Bocanegra y Luis Chinchilla, por los buenos momentos compartidos y experiencias que hemos tenido como compañeros.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme formarme y desarrollar mi carrera universitaria.
Facultad de Ingeniería	Por permitirme desarrollar las capacidades necesarias para poder ser un profesional.
Ingenieros	Ing. Marvin Hernández y Ing. Hugo Ramirez por brindarme todos los conocimientos y experiencias que me han sido de mucha utilidad en el campo laboral.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ANTECEDENTES	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
2.1. Formulación de preguntas	6
3. JUSTIFICACIÓN	7
4. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	9
5. MARCO TEÓRICO.....	11
5.1. Industria textil en Guatemala	11
5.2. Eficiencia energética	11
5.2.1. Edificación sustentable fábrica textil	13
5.2.2. Eficiencia motores eléctricos	13
5.3. Sistema de gestión energética	16
5.4. Normativa ISO 50001	17
5.5. Auditoría energética	19
5.6. Métodos de evaluación económica	20

5.6.1.	Ahorro de energía	20
5.6.2.	Valor presente neto para un proyecto (VPN).....	21
5.6.3.	Tasa de interés de retorno (TIR)	22
5.7.	Indicadores energéticos	22
6.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	25
7.	METODOLOGÍA	29
7.1.	Tipo de estudio.....	29
7.2.	Diseño de investigación	29
7.3.	Variable de estudio.....	29
7.4.	Fases estudio.....	30
7.5.	Fase 1: definición del alcance del SGEEn.....	30
7.6.	Fase 2: recolección de datos y revisión energética.....	31
7.6.1.	Evaluación energética del área de producción.....	31
7.6.2.	Inventario de equipos	32
7.6.3.	Registro de facturación	33
7.7.	Fase 3: desarrollo de línea base e indicadores energéticos	33
7.7.1.	Balance energético.....	34
7.7.2.	Indicador energético	35
7.7.3.	Línea base de consumo energético	35
7.8.	Fase 4: diseño de SGEEn	35
7.9.	Fase 5: estimación de ahorros de la implementación SGEEn....	36
8.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INVESTIGACIÓN.....	37
8.1.	Herramientas de recolección.....	37
8.2.	Herramientas estadísticas.....	37
9.	CRONOGRAMA	39

10. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO 41

REFERENCIAS 43

APÉNDICES 47

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Tipo de eficiencia energética sobre motores de inducción	15
2.	Modelo de SGEEn según ISO 50001	18
3.	Diagrama de efectividad	24
4.	Fluke 376 true RMS... ..	32
5.	Gráfico blance energético	34
6.	Ciclo PHVA	36
7.	Cronograma de actividades	39

TABLAS

I.	Variables de estudio... ..	30
II.	Inventario de equipos.	32
III.	Registro de facturación	33
IV.	Balance energético	34
V.	Recursos de investigación	42

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperio
GEI	Gases de efecto invernadero
GWh	Giga vatio hora
Kw	Kilovatio
kWh	Kilovatio hora
MW	Megavatio
MWh	Megavatio hora
M	Metro
%	Porcentaje
P	Potencia
V	Voltaje
Q	Quetzal

GLOSARIO

AE	Auditoría Eléctrica.
EE	Eficiencia energética.
Información técnica	Información detallada sobre las cualidades de un equipo.
ISO	Organización internacional de normalización.
Mejora continua	Es un proceso de optimización que realiza una organización en forma de ciclo.
PHVA	Planificar, hacer, verificar y actuar.
SGA	Sistema de gestión ambiental.
SGEn	Es una metodología de mejora continua basada en el ciclo de planear, hacer, verificar y actuar, para mejorar el desempeño energético.
Sostenibilidad	Parámetro que cumple con los objetivos sin comprometer la capacidad de generación futuras y cumplir sus propias necesidades.
VAN	Valor actual neto.

VPN

Valor presente neto.

RESUMEN

El presente estudio trata sobre la propuesta de diseño de implementación de un sistema de gestión energético que nos permita elevar la eficiencia energética del consumo de electricidad dentro del área de producción de la fábrica textil.

Para conocer las condiciones iniciales bajo las que se encuentra la fábrica textil se procederá a realizar una auditoria energética, que nos brinde bajo que condiciones opera actualmente la fábrica y que consumos de energía (KWh) estén siendo utilizados, cabe aclarar que se desarrollara únicamente en el área de mayor consumo energético que es el área de producción.

Se espera que a partir de los resultados obtenidos por la auditoria proceder a elaborar indicadores energéticos, que serán necesarios para generar los lineamientos suficientes para implementar un sistema de gestión de energía dentro de la fábrica textil en el área de producción. Se pretende estimar los ahorros potenciales que se pueden llegar a obtener de la implementación de un sistema de gestión.

OBJETIVOS

General

Proponer un sistema de gestión energético que permita evaluar y mejorar la eficiencia de consumo de energía eléctrica dentro del área de producción de una fábrica textil.

Específicos

1. Caracterizar el consumo energético en el área de producción de la fábrica textil.
2. Establecer los lineamientos necesarios para implementar una metodología de un sistema de gestión energético para la mejora de eficiencia en el área de producción.
3. Estimar el ahorro energético que se obtendrá a partir de la propuesta de un sistema de gestión energético para el área de producción.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio muestra una perspectiva de la importancia de la eficiencia energética dentro de una institución, mostrando que es fundamental tener control sobre la energía que se utiliza para operar una fábrica, donde se puede obtener resultados positivos al tener una eficiencia energética alta, como un menor consumo de energía eléctrica.

El estudio se efectuará en una fábrica textil ubicada en Mixco, Guatemala, el problema principal radica que dicha institución ha crecido en los últimos años, de una manera desproporcionada, no se tiene una gestión que permita operar de forma eficientemente lo que se traduce en un resultado negativo generando gastos elevados de energía eléctrica.

La importancia de este estudio es proponer los lineamientos necesarios para implementar una metodología de gestión energética, que permita llevar un sistema de mejoras continuas para su operación, que se obtenga una mejora sustancial en la eficiencia energética, dentro del área producción de la fábrica textil.

El presente estudio se utilizará como complemento la auditoría energética, con el propósito de verificar las condiciones iniciales bajo las que opera el área de producción de la fábrica textil, se recopilará la información necesaria donde se procederá a plantear los lineamientos necesarios para la implementación de un sistema gestión energético que permita mejorar la eficiencia energética.

La viabilidad de implementar un sistema gestión energético, estará condicionada por la visión de la institución, se pretende desarrollar indicadores energéticos con base a los resultados de la auditoría, para proceder desarrollar las bases del SGEEn, que permita operar de forma eficiencia el área de producción la fábrica textil.

El presente estudio nos presenta, la metodología necesaria para implementar un sistema de gestión energético. En Guatemala en gran parte de las industrias que operan en el país, no se considera en varios casos, el impacto negativo que tiene no tener un sistema de gestión energético, donde produzca mejoras continuas.

En el capítulo uno, tendremos el desarrollo bibliográfico de los fundamentos teóricos que se utilizara en la metodología.

En el capítulo dos se presenta la metodología que se utilizará para esta investigación.

En el capítulo tres, en este capítulo se realizará la recolección de datos necesarios para la realización de la metodología propuesta en el capítulo dos.

En el capítulo cuatro, en este capítulo se procederá a realizar la estimación de ahorros para la implementación de un sistema de gestión.

En capítulo cinco, en este capítulo se presentarán los resultados obtenidos en el capítulo tres, donde se determinarán los indicadores energéticos y los lineamientos para la implementación de un sistema de gestión energético. Finalmente se presentarán las conclusiones del estudio de investigación, así como sus recomendaciones.

1. ANTECEDENTES

En Guatemala se realizó un estudio energético para un ingenio que utiliza la normativa como base ISO 50001, en la tesis de maestría *Estudio energético para el cumplimiento de parámetros de la norma ISO 50001, en una refinería de azúcar*, Aguilar, R. (2018) presenta que la refinería del ingenio azucarero necesita adoptar planes para el mejoramiento de la eficiencia energética y ser competente con el manejo de la energía eléctrica donde determinaron el consumo promedio de la planta de 20257 KWH/día, posterior determinaron los puntos de mejora donde la carga eléctrica que consume el total de todos motores en su área designada, se implementarse soluciones como variadores de velocidad donde se pudieron obtener ahorros de energía eléctrica de 1074.84 KWh/día, mientras que la carga de iluminación de la planta al implementarse tecnologías de luminarias de mayor eficiencia se puede obtener ahorros energéticos de hasta 171 KWh/día, por lo que en resumidas cuentas obtienen una reducción del consumo energético del 6.1 % del consumo total de la refinería. (Aguilar, 2018)

En Ecuador se realizó el estudio para una empresa que se dedica a fabricar cilindros de gas propiamente, en la tesis de maestría *Análisis de necesidad para la implementación de un sistema de gestión energética en la empresa Tecnoesa-Ecuador*. Patajalo, L. (2020) nos presenta las necesidades que tiene dicha empresa en el ámbito energético con la producción de cilindros, cabe resaltar que busca determinar indicadores que ayuden a la identificación de posibles mejoras enfocadas a un consumo eficiente de energía eléctrica, para la implementación de un SG, con base en los fundamentos de la normativa ISO 50001, donde visualizan una línea base que nos pretende mostrar un consumo de energía eléctrica de 13190 KWH, La fábrica nos muestra potenciales focos de

ahorro, por medio de poder implementar un SGE, que se desarrolla mediante de indicadores, con una estimación de ahorro de energía eléctrica de 1967 KWH. (Patajalo, 2020)

En Ecuador se realiza el estudio de gestión energética, en el presente artículo *Gestión energética en un taller con elementos de la norma ISO 50001* nos presenta el entorno en un taller de una fábrica de aceros inoxidables donde se habla del mayor portador energético fue la electricidad dentro de la fábrica, realizando una auditoria de los consumos de los portadores energéticos en el año 2019, donde ellos determinan que la planta de extracción de gases es la que más consume, evalúan y determinan un punto de mejora para dicha planta de extracción de gases que consiste en la hermetización de los conductos de aire concluyendo que si no se realiza esa mejora de gestión para la planta consumirá un total de 838KW mientras que se estima al implementar dicha mejora un consumo energético de 502KW, con esto ellos logran un sistema de gestión energética que permita obtener mejoras para el funcionamiento de la planta. (Benavides et al., 2020)

En Argentina Rosario se realizó el estudio para una “PYME” (pequeña empresa), donde se implementaría un SG en el artículo *Implementación de un sistema de gestión de la energía basado en ISO 50001 en una PYME*, Massacesi, M. (2021) presenta una mejora con respecto al desempeño energético refiriendo proponiendo una serie de acciones sistemáticas y ordenadas por su nivel de inversión, con lo cual dentro del consumo eficiente de la electricidad obtienen un beneficio ahorrando el 10 % sobre el consumo energético para el año 2019, cabe resaltar que los lineamientos que se tomaron para la implementación de la gestión fueron estructurados por la norma ISO 50001 beneficiando a la pequeña industria “PYME”. (Massacesi, 2021)

En Colombia se realizó un estudio donde implementa estrategias operacionales utilizando la normativa ISO 50001 como base, en la tesis de maestría “Estudio para la implementación de la estrategia de control operacional bajo la norma NTC-ISO 50001 para el mejoramiento de la eficiencia energética en una planta de inyección de agua perteneciente al progreso de recobro secundario en el Magdalena medio Colombiano”, Guerrero, J. (2022) presenta que dicho estudio obtuvo una reducción del consumo de electricidad dentro de las plantas de inyección de agua de 6.55 GWh en el 2021 dicho análisis se comparó con el año anterior, donde se puede observar que la implementación metodológica para un control operación cobra eficacia para mejorar los indicadores de eficiencia sobre la planta de tratamiento, donde podemos ver que un sistema de gestión energético es un gran oportunidad de mejoramiento continuo. (Guerrero, 2022)

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente el costo de la energía eléctrica en Guatemala se ha incrementado sustancialmente, viéndose afectada indirectamente por el desequilibrio que se ha sufrido a nivel mundial por pandemia, cambio climático y conflictos sociopolíticos, que termina repercutiendo en la economía del país guatemalteco.

Actualmente una fábrica textil ubicada en Mixco Guatemala ha crecido progresivamente, incrementando su capacidad de producción, por lo que se refleja en un aumento sustancial de gasto energético, al no poseer una gestión que permita integrar los equipos nuevos para suplir la demanda de producción, repercute en elevados consumos de energía eléctrica.

La fábrica textil al no contar con el conocimiento necesario sobre métodos de eficiencia energética y la baja capacitación del personal de operación de la fábrica sobre un sistema de gestión energética, repercute en no poder operar de una forma eficiente, lo que se traduce como una baja eficiencia energética dentro del área de producción, dando como resultado un efecto negativo generando mayor gasto de operación, por consiguiente no tenemos indicadores que permita evaluar constantemente la eficiencia dentro de la fábrica.

Por lo anterior no se puede mejorar continuamente la eficiencia del consumo energético con respecto a la producción, a falta de indicadores que nos permita controlar el entorno de producción dentro de la fábrica textil.

Por lo anterior se plantea las siguientes preguntas de investigación:

2.1. Formulación de preguntas

- Pregunta principal:

¿Cuál es la mejora energética obtenida a partir de la implementación de un sistema de gestión energético en un área de producción de una fábrica textil?

- Preguntas auxiliares:
 - ¿Cuánta energía se consume para el funcionamiento del área de producción de una fábrica textil?
 - ¿Cuáles son los lineamientos para la mejora energética en un área de producción en una fábrica textil?
 - ¿Cuánto ahorro energético se estima obtener con la propuesta de un sistema de gestión energético para el área de producción en una fábrica textil?

3. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación se basa en las líneas de investigación “uso eficiente de la energía en sistemas industriales y comerciales” de la Maestría en Energía y Ambiente.

Se considera de suma importancia el uso eficiente de la energía, debido a que en los últimos años la demanda energética se ha incrementado sustancialmente, siendo indispensable para el desarrollo humano.

A partir del presente trabajo de investigación, se busca generar una propuesta para la implementación de un sistema de gestión energético, que aumente la eficiencia energética sobre el consumo de electricidad en una fábrica textil, definiendo los lineamientos necesarios donde se tomará varios aspectos esenciales basándonos en la normativa ISO 50001, con lo que se pretende determinar los puntos de mejora dentro de la empresa, para poder proponer una metodología estructurada, que nos permitan generar lineamientos claros de un uso eficiente de la energía eléctrica; generando indicadores energéticos que permita visualizar aquellos puntos críticos que se puedan mejorar a futuro.

La implementación del sistema de gestión energético beneficiará a cualquier empresa que busque la sostenibilidad, generando resultados positivos elevando su calidad, debido que aumentarán su producción consumiendo la misma cantidad de energía o bien disminuyendo su consumo y produciendo la misma cantidad de producto.

El presente trabajo busca generar los indicadores energéticos necesarios para la fábrica textil, que permita implementar el SGE_n, de una forma adecuada para obtener beneficios dentro del consumo energético del Área de Producción de la fábrica textil.

4. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Mediante la propuesta de un sistema de gestión energético, se busca mejorar la eficiencia energética, en un área de producción en una fábrica textil, para lo cual se desarrollará una auditoria energética, con el propósito de verificar las condiciones iniciales bajo las que se encuentra la fábrica actualmente, determinando el consumo energético con la que opera la fábrica textil.

Se efectuará un inventario general de todos los equipos de consumo energético dentro del área de producción de la fábrica textil. Con la caracterización de toda información recopilada de la auditoria energética, se espera generar una línea base de consumo energético, que brinde de la mejor manera el cómo este operando en la actualidad el área de producción de la fábrica. A partir de la información obtenida se desarrollará el balance de consumo energético, dentro de la fábrica cuyo propósito es presentar y detectar los puntos de consumo de energía eléctrica más elevados, dentro del área de producción.

A partir de la información generada, se establecerá controles energéticos que permita tener un control sobre los puntos críticos de consumo de energía, en relación con la producción de la fábrica textil, con lo cual se analizará posibles causas que permitan detectar la baja eficiencia energética en el área de producción.

Con los controles energéticos preestablecidos, se pretende desarrollar un sistema de gestión energética. Se tomará de referencia lineamientos dictados por la normativa ISO 50001; a partir de los lineamientos se implementará una metodología "PHVA", que consiste en planificar, hacer, verificar y actuar como un

ciclo de mejora continua, con el propósito de mejorar los indicadores energéticos lo que se proyectará como una mejora en la eficiencia de consumo de energía eléctrica dentro del área de producción de la fábrica textil.

Se procederá a estimar los posibles ahorros energéticos, derivados de la implementación de un SGE_n, se espera proyectar ahorros positivos, desarrollados por medio de métodos de evaluación financiera en el área de producción.

5. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se desarrollará la base teórica necesaria para el desarrollo de la investigación.

5.1. Industria textil en Guatemala

La industria textil es fundamental para la economía de nuestro país, donde a mediados de los años ochenta se da el cambio de importar a exportar el producto, donde participan inversionistas principalmente extranjeros. Generando dos subsectores principalmente empresas pequeñas textiles destinado a la producción nacional y empresas grandes destinado a las exportaciones. (Prado et al., 2010)

Los subsectores conviven dentro de la economía nacional, más sin embargo no hay políticas que regulen. Donde lo que se busque principalmente sea fomentar el desarrollo en conjunto de dichos subsectores para poder lograr una eficiencia energética dentro su producción textil. (Prado et al., 2010)

5.2. Eficiencia energética

Para desarrollar el conocimiento sobre la eficiencia energética se debe tener en cuenta cierto concepto, donde la eficiencia energética va en contraste con la energía obtenida de un sistema con el propósito de desarrollar de la manera óptima tecnologías, productos, procesos y servicios que consumen dicha energía. Quiere decir que estos sistemas tienen que entregar más servicios consumiendo lo mismo o bien los mismos servicios consumiendo menos energía.

Hablando de la intensidad energética se conceptualiza como la cantidad de energía consumida por una operación, “Generalmente es calculada como la energía consumida sobre un indicador económico”, esto se rige bajo factores como la economía del país, tipo de moneda, el coste de dichas energías. Por lo consiguiente la eficiencia energética puede darnos resultados negativos si no se consideran dichos factores externos, los cuales causan dichos impactos sobre la eficiencia que se desea obtener. Y la conservación de la energía como su nombre lo indica refiere a generar hábitos de consumo que ayuden a reducir el consumo energético. (Machain, 2019)

La eficiencia energética cuando se habla de ella cobra relevancia el optimizar el uso de la energía, es decir que reduce la cantidad necesaria de energía que se utiliza para producir el producto final sin afectar su calidad misma. Esta eficiencia energética puede ser llevada a cabo mediante actualizaciones de tecnologías nuevas que cumplan con las mismas funciones pero funcionando con una menor cantidad de energía. La eficiencia energética va de la mano con el ahorro energético, son la principal forma eficaz y sencilla para contrarrestar GEI. (González, 2018)

La eficiencia energética busca minimizar las pérdidas de energía que se producen durante el proceso de producción, tiene como objetivo principalmente el ahorro, donde si logra la reducción de consumo energético se obtiene un beneficio económico, así como reducción de GEI, también cabe mencionar que mejora la productividad facilitando un mejor desempeño sobre el área de producción. (López, 2015)

Dentro de una institución puede existir barreras financieras, organizacionales, técnicas o incluso legales, que terminan siendo puntos negativos y que no permiten desarrollar una política energética que beneficie la

eficiencia de energía dentro de la institución. Existe un trasfondo donde muchas veces se prioriza el cumplimiento de la producción sobre el precio que sea, ya se por contratos o desinformación que puedan utilizar para la implementación de la eficiencia energética. (Noé & Betancourt, 2016)

5.2.1. Edificación sustentable fábrica textil

Existen lugares específicos dentro de una edificación, en donde la gestión genera un beneficio al reducir considerablemente el uso de electricidad para el funcionamiento. Donde esta gestión bien planteada se puede llevar de buena manera realizando una transición de nuevas tecnologías por las ya existentes, automatización de equipos, así como implementación de políticas institucionales que nos permitan mejorar el consumo de electricidad dentro de una edificación. (Noé & Betancourt, 2016)

El diseño previo o tener el conocimiento sobre la infraestructura que pueda tener albergado la fábrica textil es vital para tener control y poder visualizar las oportunidades de mejora con respecto a la eficiencia energética. El tener dicho conocimiento no solo dará un panorama amplio donde nos dará la caracterización de información necesaria para desarrollar un buen diagnóstico acertado que permita tener una buena toma de decisiones a nivel institucional. También hay que considerar que hay agentes externos que no se pueden controlar mas sin embargo si se pueden gestionar como por ejemplo temperatura, ubicación accesos sus recursos para poder producir, entre otros. (Noé & Betancourt, 2016)

5.2.2. Eficiencia motores eléctricos

Un motor eléctrico es una máquina de transformación de energía eléctrica en energía mecánica dicho de forma sencilla, su aplicación es muy basta dentro

de cualquier industria manufacturera. Ya que su versatilidad nos lleva que pueda ser utilizado en diversa aplicación. (Machain, 2019)

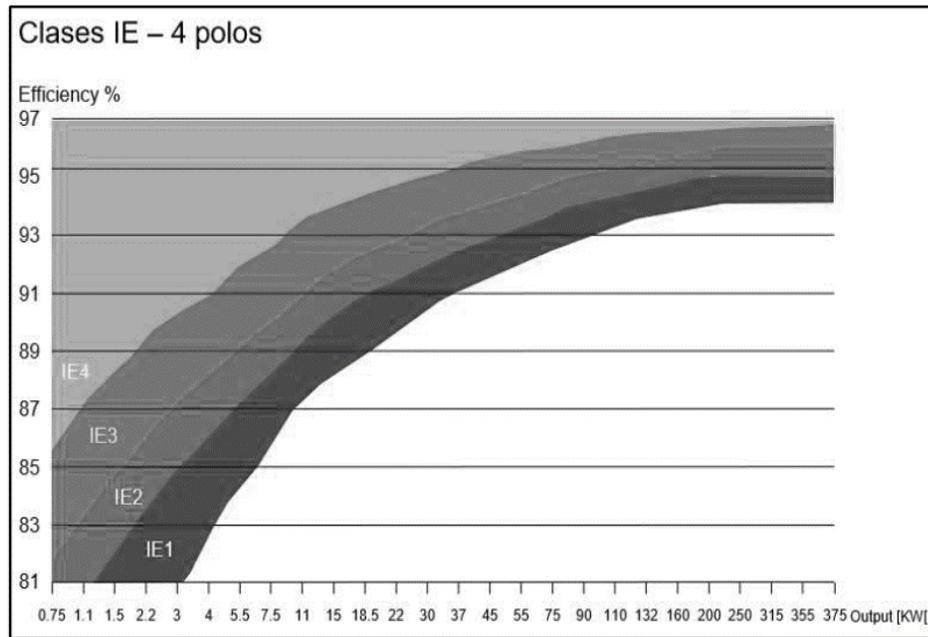
Su eficiencia energética dependerá de factores como lo son:

- Eficiencia del motor
- Control de velocidad
- Par motor
- Dimensionamiento
- Calidad de energía eléctrica
- Perdida por distribución
- Correcta transmisión mecánica
- Mantenimiento constante
- Eficiencia final (placa de motor)

A continuación, una serie de características que presentan los motores eficientes.

- Mayor eficiencia 2 % - 6 % o mas
- Reducción de costos energéticos
- Constitución de mejor calidad
- Costos de adquisición mas elevados aproximadamente un 25 % mas
- Mayor vida útil
- Tienen mayor corriente de arranque, aunque menor par de arranque

Figura 1. **Tipo de eficiencia energética sobre motores de inducción**



Norma IEC 60034-30/ IEC 60034-31 (2018). *Tipos de eficiencia en motores.*

A continuación, condiciones que pueden afectar la eficiencia del motor:

- La máxima eficiencia del motor la obtendremos con buen suministro de energía eléctrica donde se prioriza la estabilidad del sistema para un correcto funcionamiento.
- La parte física de los componentes mecánicos deben estar en optimas condiciones Transmisiones de cadena, poleas, anclajes, pueden provocar mal funcionamiento produciendo vibraciones, causando desgaste prematuro en los componentes internos del motor dando como resultado una baja de eficiencia del motor.

- La ventilación del motor debe estar en optimas condiciones puesto que es de vital importancia un flujo correcto de aire para su enfriamiento adecuado.

5.3. Sistema de gestión energética

Se puede definir un sistema de gestión energética como una metodología que dota la capacidad de implementar mejoras continuas con el objetivo de maximizar el desempeño energético dentro de cualquier institución. Considerando que el consumo energético va ligado a la parte operativa de la institución se obtienen beneficios económicos. (Hernández et al., 2014)

La seguridad energética que nos brinda el SGEEn, podemos resaltar el reducir nuestro consumo energético, llevar un mejor control del crecimiento de la demanda energética que necesite la institución, así como maximizar nuestra producción. El desarrollo económico y competitividad que nos genera el SGEEn, nos brinda reducir costes de producción, lo que su vez se traduce en beneficios económicos para la institución que nos brinda una mejor competitividad dentro de la economía nacional. (Hernández et al., 2014)

Estas cualidades descritas anteriormente para un SGEEn, no solo se quedan en beneficios económicos, si no también nos brinda la capacidad de aportar a la reducción de GEI, cumpliendo con los acuerdos internacionales. Con lo anterior descrito un SGEEn, es un impulsor para mejorar cualquier institución. (Hernández et al., 2014)

El factor económico no debe ser el principal incentivo para que una institución deba implementar un SGEEn, se debe fijar una meta de desarrollo constante que permita la sustentabilidad por medio de implementación de

políticas internas que beneficien y maximicen la eficiencia del consumo de electricidad dentro de la institución. (Noé & Betancourt, 2016)

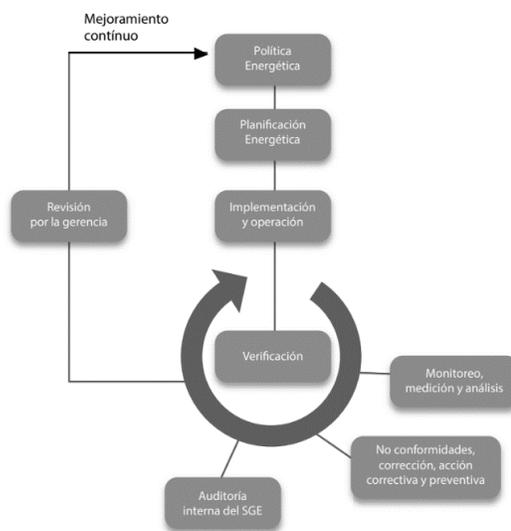
5.4. Normativa ISO 50001

La normativa ISO 50001, es un conjunto de lineamientos que nos brinda la capacidad de otorgarnos los criterios suficientes para implementar un sistema de gestión energética que nos permita desarrollar e implementar de la mejor manera posible dentro de una institución. Dicha normativa puede hacerse efectiva en cualquier institución que desee efectuar y certificar los lineamientos propuestos sobre el desarrollo de políticas energéticas, para lo cual se puede efectuar mediante evaluaciones por parte de una organización ajena que cumpla con los criterios para realizar dichas evaluaciones. La normativa ISO 50001 puede ser polivalente por la capacidad de poder integrarse con normativas de diferente contexto como ISO 140001, corresponde a “SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL” y la ISO 9001, corresponde a “SISTEMAS DE GESTION DE LA CALIDAD”. (López, 2015)

La normativa “ISO 50001:2018”, se basa en implementar mejoras de una forma constante denominado PHVA, donde tendremos que planear, hacer, verificar y actuar en un ciclo. Identificando aspectos energéticos y obligaciones jurídicas, establecer políticas con objetivos que nos permitan fijar metas para desarrollar los procesos con un desempeño energético mejorado. Al implementar dichas políticas podremos proceder asignar recursos y responsabilidades que nos permitan ejecutar el desempeño energético de mejor manera, verificando por medio de indicadores dar el constante monitoreo de las políticas desarrolladas evaluando su cumplimiento. Actuando al revisar que el SGE en este siendo ejecutado y tomar decisiones que favorezcan el desarrollo de mejoras constantes del SGE en y mejorar el consumo de energía. (Machain, 2019)

Los indicadores nos indica el estado actual de desempeño de energía que se tiene “IDEns”, como su nombre lo indica son herramientas que nos permite identificar de mejor manera el consumo de energía eléctrica dentro de la institución, y cabe resaltar que la normativa ISO 50001, depende de estos IDEns para una correcta implementación de un SGE, los cuales deben ser acorde a las necesidades que se tiene para darle un correcto seguimiento y la medición de su desempeño dentro de la institución. Los IDEns deben darle seguimiento constante para tener un punto de comparación con una línea base preestablecida de consumo energético, también pueden ser de un simple parámetro, cociente o un modelo complejo. Estos IDEns pueden incluir consumo de energía por unidad de tiempo, consumo de energía por unidad de producción, o por modelos que poseen múltiples variables. Las instituciones pueden elegir el IDEns mas apropiado que le de una perspectiva del desempeño. (Machain, 2019)

Figura 2. **Modelo de SGE según ISO 50001**



Fuente: ISO 50001 (2018), *Sistema de Gestión de Energía*.

5.5. Auditoría energética

Las auditorías energéticas pueden percibirse como una herramienta fundamental imprescindible para la implementación de un SGE, donde la eficiencia energética y conservación de energía son parte fundamental para la institución ambos términos no se deben confundir. (Noé & Betancourt, 2016)

Las auditorías energéticas pueden variar según el objetivo que se esté buscando, considerando el alcance de la misma dentro de la institución, nivel de evaluación que se pretende obtener y la temporalidad en la que se efectuará la auditoría. (López, 2015)

Existen diversos tipos de auditorías energéticas destacando las siguientes:

- Diagnóstico energético: el principal objetivo es evaluar la viabilidad de realizar una auditoría energética global o parcial. (López, 2015)
- Auditoría energética global: el objetivo principal es establecer una relación entre las fuentes energéticas con la aplicación y proceso productivo de la institución. (López, 2015)
- Auditoría energética parcial: Este tipo de auditoría tiene como objetivo evaluar el consumo energético en un área específica dentro de la institución. Profundizando con detalle aspectos que no se pueden visualizar en una auditoría energética global. (López, 2015)
- Auditoría energética de mantenimiento: tiene como objetivo verificar los mantenimientos sobre el consumo energético es decir evaluar como los mantenimientos preventivo, predictivo y correctivo influyen en el rendimiento energético dentro de la institución. (López, 2015)

- Auditoria energética de seguimiento: este tipo de auditoria es posterior a la finalización de una auditoria energética, donde se habrá detectado los puntos de mejora. Dicho lo anterior nos facilita el corroborar que grado de previsiones se ha realizado para obtener dicha mejora cumpliendo con los objetivos requeridos. (López, 2015)
- Auditoria energética de proyecto nuevo: pretende analizar en la etapa temprana del diseño o planificación de un proyecto, evaluando equipos, instalaciones, propuestas de mejora tecnológicas que se puedan implementar. (López, 2015)
- Auditoria energética de ciclo de vida: este tipo de auditoría se utiliza principalmente como punto de comparación para una implementación de tecnologías más eficientes considerando procesos de esta en una forma global. (López, 2015)

5.6. Métodos de evaluación económica

Los métodos de evaluación económica no son más que herramientas que facilitan la verificación de factibilidad de un proyecto en concreto, los cuales facilitaran el análisis.

5.6.1. Ahorro de energía

El ahorro real sobre el consumo de energía eléctrica que se puede obtener de implementar de un proyecto energético será determinada por medio del punto de comparación entre el antes y después de la implementación de dicho proyecto energético. (Machain , 2019)

A continuación, se nos presenta una formula de ahorro de energía.

$$\text{Ahorro Energía} = \text{Energía período de referencia} - \text{Energía período demostrativo} \pm \text{Ajustes}$$

Donde la energía periodo de referencia es la energía que se consume actualmente dentro del proyecto o fábrica analizar, y la energía periodo demostrativo es la energía post implementación de un proyecto energético.

5.6.2. Valor presente neto para un proyecto (VPN)

Se define como un valor de sumatorias donde coloca en un conjunto los flujos de caja de carácter positivo y negativo, que transcurren en el presente; y los que se esperan durante la vida del proyecto. Donde su resultado podrá interpretarse de forma tal que sea positivo como una generación de valor neto y si el resultado es negativo como un declive del valor neto del proyecto. (Antonio & Sánchez, 2017)

$$VPN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + i^*)^t}$$

Donde “I₀” es la inversión inicial, FC_t el flujo de caja del proyecto en un periodo y “i^{*}” tasa de oportunidad; Donde el criterio de aceptación será:

- Si VPN es mayor que cero aceptamos el proyecto
- Si VPN es menor que cero rechazamos el proyecto
- Si VPN es igual a cero existe un equilibrio que no es favorable debido que no genera ingresos.

5.6.3. Tasa de interés de retorno (TIR)

A partir de la inversión de un proyecto, el “TIR” pretende dar un indicativo de la rentabilidad que posee un proyecto con lo que brinda la oportunidad de reinversión del proyecto. Por lo que utilizando el VPN igual a cero, concluye que el flujo de capital invertido gana interés, con lo cual brinda una idea clara de reinversión dentro del proyecto. (Antonio & Sánchez, 2017)

$$VPN = - \text{Inversión inicial} + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} = 0$$

Donde “i=TIR”, considerando el criterio de aceptación de la siguiente manera:

- Si TIR es mayor a la tasa de oportunidad se acepta el proyecto
- Si TIR es menor a la tasa de oportunidad se rechaza el proyecto

5.7. Indicadores energéticos

Son herramientas didácticas de carácter cuantitativo que nos plantea una métrica con la que podemos medir la eficiencia o eficacia, de las operaciones realizadas en una fábrica. Facilitan el conocimiento del estado actual y evolución orgánica de una fábrica o institución. Los cuales permiten tener una idea clara de la información que nos proporciona para gestionar decisiones importantes que se lleven a cabo dentro de la fábrica. (Andrés et al., 2012)

Es un complemento esencial de un SGEEn, brinda los parámetros necesarios para una interpretación solidada, que permita medir el avance con el cumplimiento de metas establecidas en el área de producción de una fábrica. (Andrés et al., 2012)

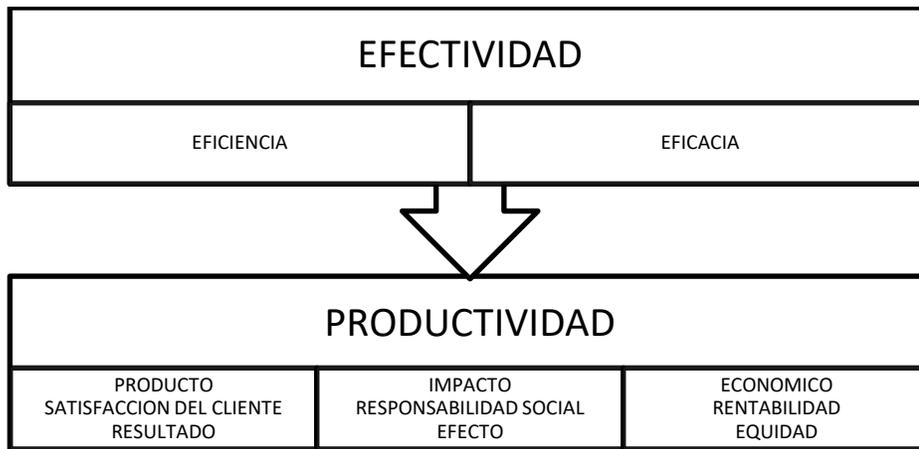
Existen indicadores de eficacia o resultado, los cuales muestran el progreso del cumplimiento de metas establecidas. En la siguiente formula podremos observar la manera de generar un indicador:

$$\text{El Indicador es: } \frac{\text{Tiempo de Ejecución}}{\text{Tiempo Planeado}} \times 100$$

Como se puede observar tenemos una relación entre un objetivo planificado y un objetivo ejecutado dicha relación nos brinda un porcentaje medible que nos brinda la idea de la eficacia con la que se ejecuta una operación.

De la misma manera cabe mencionar los indicadores de eficiencia o gestión, los cuales establecen una relación explicita entre costos e insumos necesarios para producir o realizar un proceso especifico y procesos resultantes de dicha operación, esto se puede representar de mejor manera en la siguiente figura. (Andrés et al., 2012)

Figura 3. Diagrama de efectividad



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Los indicadores son útiles para la gestión orgánica resultando como una necesidad de control para producir buenos resultados, a continuación los criterios necesarios para desarrollar los indicadores son los siguientes:

- Definir el proceso
- Las variables de referencia: valor histórico, valor teórico, valor práctico.
- Responsabilidad
- Puntos de medición
- Frecuencia de medición
- Sistematización de la información para toma de decisiones

Se obtiene los lineamientos necesarios para el desarrollo de indicadores energéticos de la presente investigación.

6. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

OBJETIVOS

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
3. JUSTIFICACIÓN
4. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN
5. MARCO TEORICO
 - 5.1. Industria textil Guatemala
 - 5.2. Eficiencia energética
 - 5.2.1. Edificación sustentable fábrica textil
 - 5.2.2. Eficiencia motores eléctricos
 - 5.3. Sistema de Gestión Energética
 - 5.4. Normativa ISO 50001
 - 5.5. Auditoria energética
 - 5.6. Métodos evaluación económica
 - 5.7. Indicadores energéticos

6. METODOLOGÍA DEL SGEN
 - 6.1. Tipo de estudio
 - 6.2. Diseño de investigación
 - 6.3. Variables de estudio
 - 6.4. Fases del estudio
 - 6.5. Fase 1: Definición del alcance del SGEN
 - 6.6. Fase 2: Recolección de datos y revisión energética
 - 6.6.1. Revisión energética
 - 6.6.2. Inventario de equipos
 - 6.6.3. Registro de facturación
 - 6.7. Fase 3: Desarrollo de línea base e indicadores energéticos
 - 6.7.1. Balance energético
 - 6.7.2. Indicador energético
 - 6.7.3. Línea base de consumo energético
 - 6.8. Fase 4: Diseño de SGEN
 - 6.9. Fase 5: Estimación de ahorros de la implementación SGEN

7. DISEÑO DEL SGEN
 - 7.1. Diseño de investigación
 - 7.2. Fases del estudio
 - 7.3. Fase 1: definición del alcance del SGEN
 - 7.4. Fase 2: recolección de datos y revisión energética
 - 7.4.1. Revisión energética
 - 7.4.2. Inventario de equipos
 - 7.4.3. Registro de facturación
 - 7.5. Fase 3: desarrollo de línea base e indicadores energéticos
 - 7.5.1. Balance energético
 - 7.5.2. Indicador energético

- 7.5.3. Línea base de consumo energético
 - 7.6. Fase 4: Diseño de SGE_n
 - 7.7. Fase 5: Estimación de ahorros de la implementación SGE_n

- 8. ESTIMACIÓN DE AHORROS
 - 8.1. Evaluación económica
 - 8.2. TIR
 - 8.3. VAN

- 9. PRESENTACION DE RESULTADOS
 - 9.1. Línea base de consumo energético
 - 9.2. Diagnóstico de energéticos
 - 9.3. Balance energético
 - 9.4. Indicadores desempeño energético
 - 9.5. Lineamientos de políticas energéticas en la Fábrica textil

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

7. METODOLOGÍA

En este capítulo se presentará el proceso metodológico que utilizaremos para el desarrollo de la investigación, el cual nos dará las herramientas necesarias para realizar el estudio.

7.1. Tipo de estudio

Se realizará un estudio de tipo cuantitativo descriptivo, donde se realizará una recolección de datos, con los que se determinará a través de cálculos matemáticos la línea base de consumo energético del área de producción, dentro de la fábrica textil.

7.2. Diseño de investigación

Se realizará una investigación a partir de la cual se desarrollará una propuesta de implementación de un sistema de gestión energético, que permita elevar la eficiencia energética en el área de producción, para reducir los costes de la energía eléctrica dentro de la fábrica textil.

7.3. Variable de estudio

La siguiente tabla describe las variables que se utilizaran dentro de la metodología, brindándonos la defición teórica y su definición operacional la cual brindara la aplicación de la variable.

Tabla I. **Variables de estudio**

Variable	Definición	Definición operacional
Voltaje	Es la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos.	Se medirá en (V), se utilizará un multímetro Fluke 376.
Corriente	Es el flujo de carga eléctrica que existe entre dos puntos.	Se medirá en (A), se utilizará un multímetro Fluke 376.
Potencia	Es la cantidad de trabajo que puede realizarse en una cantidad de tiempo específica.	Se medirá en watts (W), y se utilizará los datos de voltaje y corriente para calcularla
Energía eléctrica	Es el cambio de estado determinado por el producto de la velocidad y el periodo.	Se mide en KWh, y se obtendrá por medio del registro de facturas de energía eléctrica.
Porcentaje	Fraccionamiento de 100 partes iguales	Se usará para representar el fraccionamiento de un valor real.
Tiempo	Periodo durante el que se realiza una acción	Se puede usar varias medidas: 1s, 1min, 1h, y se utiliza un cronometro

Fuente: elaboración propia, realizado con Mircrosoft Word.

7.4. Fases estudio

A continuación, se describen las fases que conforman este estudio, donde se presentara los lineamientos, métodos, recolección de información y análisis estadístico.

7.5. Fase 1: definición del alcance del SGEN

Esta primera fase de la investigación se desarrollará el alcance que tendrá la implementación del sistema de gestión energético dentro de la fábrica textil,

por lo que se procederá a dialogar con el personal administrativo para la gestión de permisos para realizar dicha investigación, con el fin de tener un primer acercamiento. También se dialogará con personal operativo quienes son los que mejor conocen la fábrica.

Se procederá delimitar el área de análisis de la fábrica textil, para fines de esta investigación nos delimitaremos a únicamente analizar el área de producción para establecer las condiciones iniciales del consumo energético bajo las que se encuentra.

El objetivo principal de esta fase es obtener información suficiente para establecer las bases de implementación de un SGEN.

7.6. Fase 2: recolección de datos y revisión energética

En esta segunda fase de la investigación se desarrollará una auditoría energética con el único propósito de brindarnos las condiciones iniciales bajo la que se encuentra la fábrica operando.

7.6.1. evaluación energética del área de producción

Se realizará una revisión energética de los equipos de mayor consumo en el área de producción, mediante mediciones y se inspeccionará para determinar si los equipos son adecuados, con los parámetros establecidos por su fabricante.

Para llevar a cabo las mediciones de energía se realizarán con el instrumento de medición representado en la figura 4.

Figura 4. **Fluke 376 true RMS**



Fuente: Fluke (2023). *Fluke 376*. Recuperado de <https://www.fluke.com/es-gt/producto/comprobacion-electrica/pinzas-amperimetricas/fluke-376-fc>.

7.6.2. **Inventario de equipos**

Se realizará un levantamiento de todos los puntos de consumo de energía eléctrica dentro del área de producción de la fábrica textil, utilizaremos la siguiente tabla:

Tabla II. **Inventario de equipos**

Ambiente	Área	Descripción	Cantidad	(P)	Ø	(V)	(A)	FP	Hora arranque	Hora apagado	Tiempo uso
Costura	Producción										
Producto	Producción										
Almacenaje											
Mesa Corte	Producción										
Empaque	Producción										

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

7.6.3. Registro de facturación

Se recopilará el historial de facturación de consumo de energía eléctrica de un año como mínimo de la fábrica textil, la cual será proporcionada por la administración, luego se procederá a tabular los datos con la siguiente tabla:

Tabla III. Registro de facturación

Mes	Día servicio	Consumo KWh	Cargo fijo	Cargo por consumo	Cargo potencia contratada	Cargo potencia máxima	Potencia máxima (KW)	Demanda máxima (KW)	Total factura
Mayo									
Junio									
Julio									
Agosto									
Septiembre									
Octubre									
Noviembre									
Diciembre									
Enero									
Febrero									
Marzo									
Abril									
Mayo									
Total									
Media mensual									
Media diaria									

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

7.7. Fase 3: desarrollo de línea base e indicadores energéticos

En esta tercera fase de la investigación se desarrollará interpretación de los datos recolectados, donde se representará gráficamente los consumos energéticos con lo cual se pretende obtener una línea base de consumo energético de la fábrica textil.

7.7.1. Balance energético

En este apartado se desarrollará la distribución del consumo energético del área de producción de la fábrica textil, donde se tabularán los datos obtenidos en la siguiente tabla:

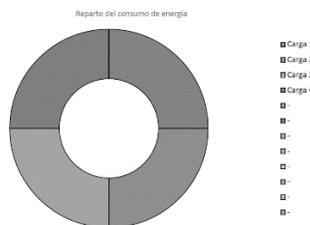
Tabla IV. Balance energético

Descripción de la carga	KWh por semana	%
Carga 1	25	25.00
Carga 2	25	25.00
Carga 3	25	25.00
Carga 4	25	25.00
Total		100.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Luego se procederá a representar de forma grafica los datos de la Tabla IV. Con el propósito de tener una visual que nos permita evaluar el desempeño energético del área de producción. A continuación, en la figura V se puede ver la representación gráfica del balance energético.

Figura 5. Gráfico blance energético



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

7.7.2. Indicador energético

En esta fase de la investigación se desarrollará en conjunto con la institución un indicador energético que nos brinde un valor de producción en relación con la energía consumida, dentro del área de producción, apoyándonos con la información recolectada.

7.7.3. Línea base de consumo energético

Se desarrollará una línea base de consumo de energético que nos permita establecer una relación de energía vs producción, con lo que se busca identificar la correlación entre estas dos variables. Con lo cual servirá a futuro para evaluar de manera continua la eficiencia del sistema de gestión energético.

7.8. Fase 4: Diseño de SGEN

En esta fase de la investigación con base al desarrollo de las fases 3 y 4 se desarrollará, metas energéticas que se pretendan alcanzar, para elevar la eficiencia energética dentro del área de producción. Se tomará la metodología del ciclo de mejora continua PHVA, de la normativa ISO 50001 descritos por la siguiente figura.

Figura 6. Ciclo PHVA



Fuente: ISO 50001:(2018) *Ciclo PHVA*.

7.9. Fase 5: estimación de ahorros de la implementación SGen

En esta fase de la investigación se contempla responder el último objetivo del trabajo de investigación, estimar los ahorros potenciales de la implementación de un sistema de gestión energético. Por medio de métodos de evaluación económico como el valor presente neto (VPN), y el método de tasa interna de retorno (TIR), con lo que se buscará determinar los ahorros potenciales de la implementación de un SGen.

8. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo del análisis de información que nos permita cumplir con los objetivos se utilizaran las siguientes herramientas de recolección de datos y se analizaran mediante métodos estadísticos.

8.1. Herramientas de recolección

- Tabla de registro de inventario
- Tabla de registro de facturación
- Tabla de balance energético
- Grafico de balance energético
- Manuales de los equipos del área de producción
- Instrumento de medición Fluke 376

8.2. Herramientas estadísticas

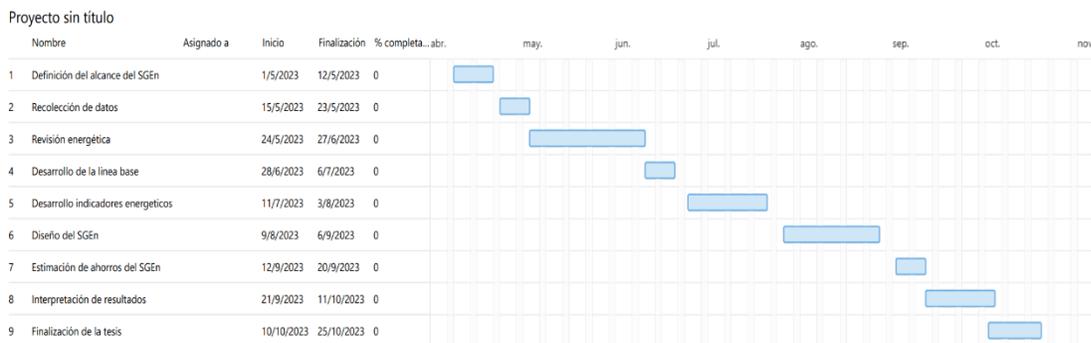
La herramienta estadística que se utilizara es el modelo de regresión lineal simple que permitirá obtener una correlación entre el consumo de energía y la producción de la fábrica.

Análisis financiero se realizará por medio de la herramienta Microsoft Excel para la estimación de ahorros.

9. CRONOGRAMA

A continuación, se presenta el cronograma de actividades de desarrollo de la presente investigación en la cual tendremos la estimación aproximada de tiempos de trabajo para la ejecución de esta investigación cabe resaltar que tiene una duración de 6 meses.

Figura 7. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Project.

10. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El presente estudio cuenta con la autorización por parte de la administración de la fábrica textil ubicada en Mixco, Guatemala. Por lo que se tiene acceso a las instalaciones de la institución.

Recursos humanos: se tiene apoyo con el personal administrativo de la misma manera con personal operativo, quienes estarán en la disposición de brindar la suficiente información necesaria para llevar a cabo de la mejor manera el estudio.

Recursos tecnológicos: se cuenta un ordenador portátil para llevar a cabo la recopilación de datos, también se cuenta con instrumentos de medición y con herramienta de electricista.

Acceso a la información: El personal administrativos y encargados de área operativos de la institución darán todo el apoyo necesario, y suministro de documentación necesaria para llevar a cabo de la mejor manera la presente investigación.

Los recursos financieros del presente estudio se realizarán utilizando recursos propios del estudiante, considerando lo siguientes gastos:

Tabla V. **Recursos de investigación**

Recurso	Costo
Viáticos (combustible y alimentos)	Q1500.00
Papelería, útiles, impresora	Q500.00
Internet, software	Q350.00
Asesor	Q1500.00
Imprevisto	Q1500.00
Total	Q5350.00

Fuente: elaboración propia, realizado por Microsoft Excel.

Con los datos anteriores podemos decir que el estudio es factible ya que se poseen los recursos suficientes para efectuar dicho estudio.

REFERENCIAS

1. Aguilar, E. (2018). *Estudio energético para el cumplimiento de parámetros de la norma ISO 50001, en una refinería de azúcar.* Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/10263/1/Edy%20Ren%C3%A9%20Aguilar%20Chic.pdf>
2. Andrés, C., Tristancho, P., & Vera, F. (2012). *Fundamentos para la administración energética en la industria Colombiana a través de indicadores de gestión.* Scientia et Technica Año XVII, 50.
3. Antonio, F., & Sánchez, Á. (2017). *Técnicas para evaluar financieramente proyectos de inversión.* Recuperado de http://www.icesi.edu.co/departamentos/finanzas_contabilidad/
4. Benavides, L., Jara, D., Bustan, M., & Velazquez, A. (2020). *Gestión energética en un taller con elementos de la norma ISO:50001.* Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/1815/181563169004/html/>
5. González, L. (2018). Ahorro energético mediante la implementación del uso de variadores.
6. Guerrero, J. (2022). Estudio para la implementación de la estrategia de control operacional bajo la norma ntc - ISO 50001 para el mejoramiento de la eficiencia energética en una planta de inyección

de agua perteneciente al proceso de recobro secundario en El Magdalena medio colombiano. 28–124.

7. Hernández, A., carmona, G., Díaz, L., & Sosa, R. (2014). Manual para la implementación de un sistema de gestión de la energía.
8. Hernández, R., María, J., Martinez, R., Javier, F., Gomez, V. (2022). *Eficiencia energética de los edificios. Sistema de gestión energética ISO*. Google Libros. (n.d.). Retrieved December 2, 2022, from Recuperado de https://books.google.com.gt/books?hl=es&lr=&id=3fxmDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=sistema+de+gestion+energetica+Iso+50001&ots=krFZZjXyge&sig=HByQAOGIJ7QjOCgoqf0q8pY0Zkk&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.
9. López, M. (2015). *Sistema de gestión de la energía, mediante la metodología ISO 50001:2011, para la ciudad universitaria, zona 12, Universidad de San Carlos de Guatemala*. (tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
10. Machain, E. (2019). *Gestión de eficacia energética en el sector industrial*. (Tesis de posgrado). Universidad Nacional de Rosario.
11. Massacesi, M. (2021). *Implementación de un sistema de gestión de la energía basado en ISO 50001 en una pyme*.
12. Noé, P., & Betancourt, V. (2016). *Ventaja competitiva en maquiladoras: optimización en el uso de la energía*. (tesis de posgrado). Universidad de Sonora.

13. Patajalo, L. (2020). *Análisis de necesidad para la implementación de un sistema de gestión energética en la empresa Tecnoesa-Ecuador*. pp. 14–30.
14. Prado, P., Hernández, V., Coj, M., Pineda, I., & Ventrúa, E. (2010). *El sector textil y confección y el desarrollo sostenible en Guatemala*. www.ictsd.org
15. R., M. F. J. (2018). Eficiencia energética de los edificios. *Sistema de gestión energética ISO 50001. Auditorías energéticas*. Ediciones Paraninfo, España.

APÉNDICES

Apéndice 1. Matriz de coherencia

Pregunta	Objetivo	Variables	Diseño metodológico
¿Cuál es la mejora energética obtenida a partir de la implementación de un sistema de gestión energético en un área de producción de una fábrica textil?	Proponer un sistema de gestión energético que permita evaluar y mejorar la eficiencia de consumo de energía eléctrica dentro del área de producción de una fábrica textil.		Para desarrollar el objetivo principal se hará uso de las herramientas metodológicas que responden a los objetivos específicos.
¿Cuánta energía se consume para el funcionamiento del área de producción de una fábrica textil?	Caracterizar el consumo energético en el área de producción de la fábrica textil.	Consumo de energía por kW/h	Por medio de una auditoria eléctrica, se pretende determinar el estado actual bajo el cual se encuentra la fábrica.

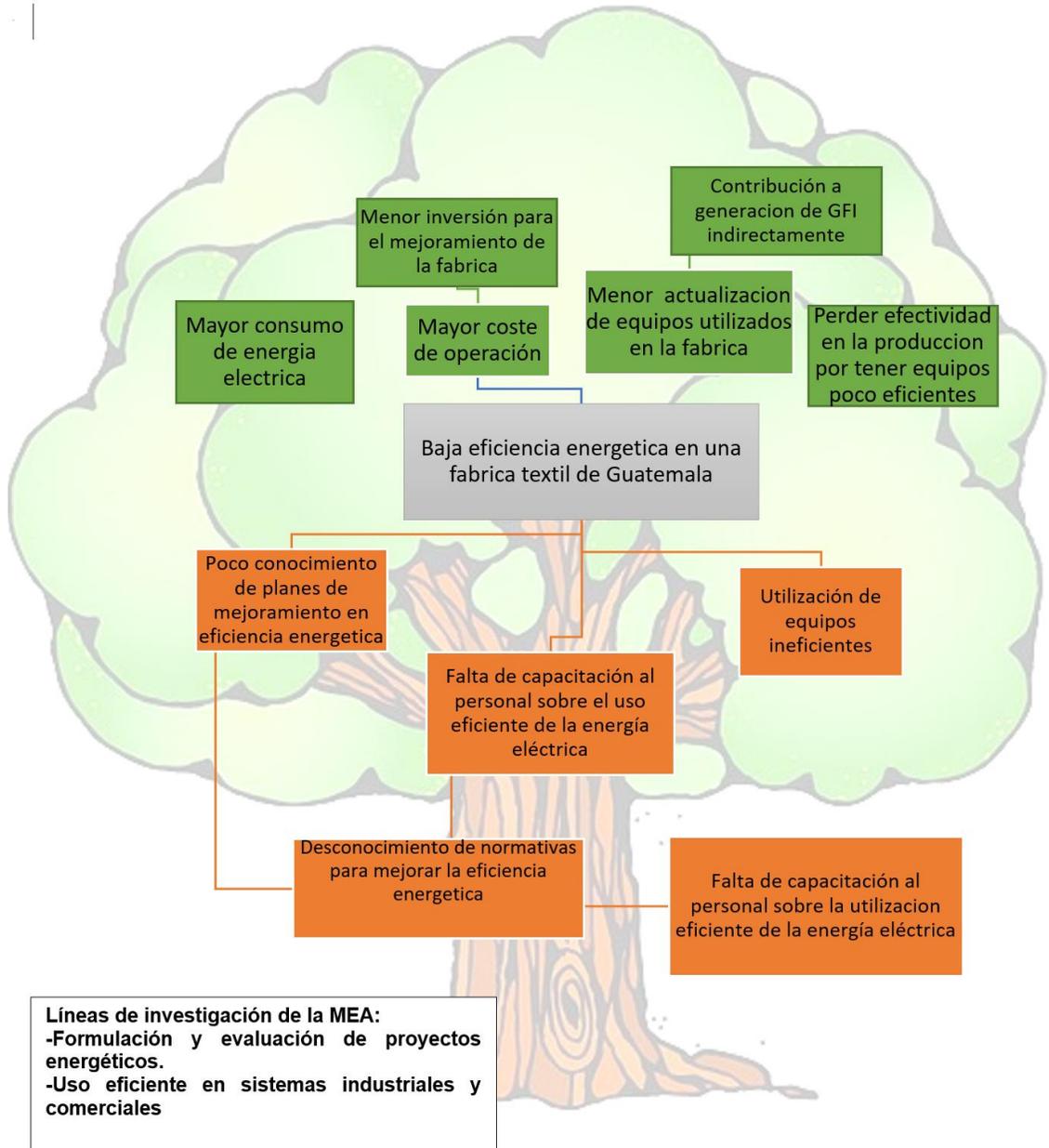
Continuación apéndice 1.

una textil?	fábrica	gestión energético para la mejora de eficiencia en el área de producción. área de producción	normativas auxiliares.
¿Cuánto ahorro energético se estima obtener con la propuesta de un sistema de gestión energético para el área de producción en una fábrica textil?	Estimar el ahorro energético que se obtendrá a partir de la propuesta de <u>un</u> sistema de gestión energético para el área de producción.	Análisis financiero de costos de energía.	Por medio de técnicas de análisis de datos y modelo estadísticos, se pretende estimar los beneficios económicos de implementar un sistema de gestión energética.

Fuente: elaboración propia, realizado por Microsoft Excel.

Apendice 2.

Árbol de problemas



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.