



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**Propuesta de gestión energética para mejorar la eficiencia  
energética en el sistema eléctrico de la Empresa Curtiembre  
Libertad S.A.C**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTOR:**

Quispe Genoves Roger Miguel ([orcid.org/0000-0001-6005-1027](https://orcid.org/0000-0001-6005-1027))

**ASESOR:**

Mg. Sovero Lazo Nelly Roxana ([orcid.org/0000-0001-5688-2258](https://orcid.org/0000-0001-5688-2258))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Generación, Transmisión y Distribución

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Innovación tecnológica y Desarrollo Sostenible

**TRUJILLO – PERÚ**

**2023**

## **Dedicatoria**

A mi creador, mi Dios, mi amigo, mi pastor; me extendiste la mano cuando más lo necesitaba, curaste todas mis heridas, me ungiste con bálsamo de sanación.

A mi madre, Estela, pues sin ella no hubiera sido posible. Tus bendiciones a lo largo de mi vida me han protegido y me han llevado siempre por el camino de bien.

A mi padre Mario, mis hermanos Ronald y Jessica, mi tío Frank y mi sobrina Micaela por todo su apoyo en cada proyecto, decisión y en el desarrollo de esta tesis.

## **Agradecimiento**

Infinitamente agradecido con mi creador, cambiaste mi vida y mi corazón. Tú sabes lo que haces. Aunque yo no lo entienda, sé que todo sucede para bien. Confió en ti. Gracias por guiar mis pasos cada día.

A mi familia por creer en mí. El camino no ha sido nada fácil, pero gracias a ustedes, por su amor, su inmensa bondad y apoyo, lo difícil de lograr esta meta se ha notado menos.

## Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	iv
Índice de Contenidos.....	vi
Índice de Tablas.....	vii
Índice de Figuras.....	viii
Índice de Ecuaciones.....	ix
Índice de Anexos.....	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. MARCO TEÓRICO.....	16
III. METODOLOGÍA.....	27
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	27
3.1.1 Tipo de investigación.....	27
3.1.2 Nivel de investigación.....	27
3.1.3 Diseño de investigación.....	27
3.2 Variables y operacionalización de variables.....	27
3.2.1 Variable Dependiente.....	27
3.2.2 Variable Independiente.....	27
3.3 Población, muestra y muestreo.....	28
3.3.1 Población.....	28
3.3.2 Criterios de inclusión.....	28
3.3.3 Criterios de exclusión.....	28
3.3.4 Muestra.....	28
3.3.5 Muestreo.....	28
3.3.6 Unidad de Análisis.....	29
3.4 Técnicas de recolección de datos.....	29
3.5 Instrumentos de recolección de datos.....	29
3.6 Procedimientos.....	29
3.7 Métodos de Análisis de Datos.....	29
3.7.1 Análisis Cuantitativo.....	30
3.7.2 Análisis de Diagnóstico.....	30
3.7.3 Análisis Predictivo.....	30
3.8 Aspectos éticos.....	30
IV. RESULTADOS.....	31
V. DISCUSIÓN.....	44
VI. CONCLUSIONES.....	48
VII. RECOMENDACIONES.....	49
BIBLIOGRAFÍA.....	50
ANEXOS.....	55

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Cálculo de pérdidas en el transformador (situación actual) .....	31
<b>Tabla 2</b> Calculo de potencia reactiva necesaria a compensar .....	31
<b>Tabla 3</b> Diagnóstico de la eficiencia del sistema de distribución (situación actual) .....	32
<b>Tabla 4</b> Toma de datos de los equipos en funcionamiento .....	33
<b>Tabla 5</b> Diagnóstico de la eficiencia de los equipos de mayor potencia (situación actual) .....	34
<b>Tabla 6</b> Diagnostico de los equipos auxiliares .....	34
<b>Tabla 7</b> Eficiencia general del sistema eléctrico (situación actual) .....	35
<b>Tabla 8</b> Calculo de potencia reactiva necesaria a compensar .....	36
<b>Tabla 9</b> Factor de potencia Proyectado en el sistema de distribución .....	37
<b>Tabla 10</b> Diseño de los nuevos motores según índice de carga de la situación real .....	37
<b>Tabla 11</b> Análisis de la eficiencia Proyectada de los equipos (Motores)I.....	38
<b>Tabla 12</b> Eficiencia energética general proyectada.....	38
<b>Tabla 13</b> Análisis de costos entre equipos actuales vs equipos nuevos .....	39
<b>Tabla 14</b> Consumo de energía reactiva actual vs proyectada .....	40
<b>Tabla 15</b> Flujo económico.....	41
<b>Tabla 16</b> Indicadores financieros .....	42
<b>Tabla 17</b> Comparativa entre eficiencia energética antes y después.....	43
<b>Tabla 18</b> Evaluación de pérdidas y temperatura de operación (°C) de las instalaciones eléctricas .....	68
<b>Tabla 19</b> Toma de datos del transformador .....	71
<b>Tabla 20</b> Cálculos para previos para obtener potencias .....	71
<b>Tabla 21</b> Toma de datos del sistema para analizar la potencia reactiva .....	72

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Triangulo de potencias requeridas para el diseño del banco de condensadores .....	36
<b>Figura 2</b> Triangulo de potencias del transformador .....	71

## Índice de Ecuaciones

<b>Ecuación 1</b> Calculo de la eficiencia energética general.....	21
<b>Ecuación 2</b> Calculo de la eficiencia energética de equipos eléctricos .....	23
<b>Ecuación 3</b> Angulo del factor de potencia .....	25
<b>Ecuación 4</b> Factor de potencia.....	25
<b>Ecuación 5</b> Eficiencia del transformador .....	25
<b>Ecuación 6</b> Potencia útil.....	26

## Índice de Anexos

<b>Anexo 1</b> Matriz de operacionalización de variables .....	55
<b>Anexo 2</b> Matriz de Consistencia .....	56
<b>Anexo 3</b> Flujo de realización de una auditoria energética.....	57
<b>Anexo 4</b> Analizador de redes Fluke 435 .....	58
<b>Anexo 5</b> Principio de funcionamiento de un motor de inducción asíncrono. ....	59
<b>Anexo 6</b> Tipos de Motores Eléctricos .....	59
<b>Anexo 7</b> Triangulo de energías .....	60
<b>Anexo 8</b> Eficiencia típica frente a curvas de carga para 1800 rpm .....	60
<b>Anexo 9</b> Banco de Condensadores .....	61
<b>Anexo 10</b> Imágenes referenciales de los gastos de energía.....	62
<b>Anexo 11</b> Rendimiento de un Motor Eléctrico.....	63
<b>Anexo 12</b> Layout de la planta Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C .....	64
<b>Anexo 13</b> Características, componentes y costos del Banco de Condensadores de 25kVar .....	65
<b>Anexo 14</b> Toma de datos del sistema de distribución de energía primario y secundario .....	66
<b>Anexo 15</b> Análisis de eficiencia del sistema de distribución (Cableado) .....	68
<b>Anexo 16</b> Formato para mediciones.....	70
<b>Anexo 17</b> Análisis de eficiencia del transformador .....	71
<b>Anexo 18</b> Cálculos del sistema de suministro .....	72
<b>Anexo 19</b> Valor de salvamento de los equipos a implementar.....	73
<b>Anexo 20</b> Cargo de la depreciación.....	73
<b>Anexo 21</b> Depreciación implícita de maquinaria y equipos .....	74
<b>Anexo 22</b> Cronograma de pagos.....	75
<b>Anexo 23</b> Flujograma de curtiembre y servicios libertad.....	76
<b>Anexo 24</b> Certificado de calibración analizador de redes Fluke 435.....	77
<b>Anexo 25</b> Diagrama Eléctrico Unifilar .....	79
<b>Anexo 26</b> Autorización de uso de información.....	80
<b>Anexo 27</b> Índice similitud en turnitin .....	82
<b>Anexo 28</b> Tablero principal .....	84
<b>Anexo 29</b> Otras imágenes .....	85



## Resumen

La presente investigación denominada Propuesta de gestión energética para mejorar la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Empresa Curtiembre Libertad S.A.C, tuvo como objetivo general elaborar una propuesta de gestión energética para mejorar la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Empresa Curtiembre Libertad S.A.C. para lo cual siguió una metodología de tipo aplicada, bajo un enfoque cuantitativo de diseño no experimental transeccional, para lo cual, considero como muestra a todos los motores y equipos la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C, donde se aplicó como herramienta de recolección de información la ficha de registro, evidenciando como principales resultados que: La eficiencia energética mejora una eficiencia inicial de 1.99 kWh/Und a 1.71 kWh/Und (mejora del 16.43% del consumo de energía activa), mientras que con respecto a la energía reactiva, se propuso la implementación del Banco de Condensadores de 25 kVar / 380V de 5 etapas con una inversión total por S/. 26,170.98 obteniendo los indicadores financieros como un VAN de S/.42,324.15, TIR de 26%, un Beneficio/Costo de 3.64 (2.64 soles por cada sol invertido) y un periodo de retorno de la inversión de 3.12 años.

**Palabras clave:** Energía, Sistema eléctrico, Eficiencia Energética, Energía Reactiva.

## Abstract

The present investigation titled Energy Management Proposal to improve energy efficiency in the electrical system of Empresa Curtiembre Libertad S.A.C, had the general objective of developing an energy management proposal to improve energy efficiency in the electrical system of Empresa Curtiembre Libertad S.A.C. for which an applied methodology was followed, under a quantitative approach of transectional non-experimental design, for which, I consider all the motors and equipment as a sample of the company Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C, where the registration form was applied as a tool for collecting information, evidencing as main results that: Energy efficiency improves an initial efficiency of 1.99 kWh/Und to 1.71 kWh/Und (16.43% improvement in active energy consumption), while with respect to reactive energy, the implementation of the 5-stage 25 kVar / 380V Capacitor Bank was proposed with a total investment of S/. 26,170.98, obtaining financial indicators such as a VNA of S/.42,324.15, TIR of 26%, a Benefit/Cost of 3.64 (2.64 soles for each sol invested) and a payback period of 3.12 years.

**Keywords:** Energy, Electric system, Energy Efficiency, Reactive Energy

## I. INTRODUCCIÓN

La energía viene siendo desde hace mucho la base de todo desarrollo humano, técnico e industrial; esto, es influenciado principalmente por su empleo en las diversas formas en que se presenta la energía (Carta et al., 2013). En la sociedad industrializada moderna, más del 60% de la electricidad se usa para hacer funcionar motores eléctricos (Sul, 2010).

Sin duda alguna todo este crecimiento del sector industrial ha originado un aumento del consumo global de energía. En el último medio siglo ha aumentado rápidamente y se espera continúe creciendo durante los próximos 50 años (Goswami y Frank, 2007). La tendencia global en el sector industrial es volverse más eficiente energéticamente, para lograrlo tiene el objetivo de lograr la máxima producción que sea posible consumiendo la mínima cantidad de energía (Garcia, 2021).

Actualmente, los consumidores más importantes de energía eléctrica son los motores eléctricos. Un estudio en los estados unidos de 1997, determino que los sistemas de motores eléctricos consumieron, el 57% de toda la energía eléctrica generada; mientras que el Departamento de Energía de US estima que del 96 % de todos los motores eléctricos en EE. UU., los responsables del consumo de más del 60% de la energía de todos los motores eléctricos son los mayores de 25 HP (Howard, 2008).

Sumado a esto, la agencia Internacional de Energía IEA reporta que, durante el 2006, los motores eléctricos son el uso final eléctrico más grande. Se estima que del consumo de energía eléctrica mundial los motores representan entre el 43% y el 46% (Waide y Brunner, 2011); En Perú el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, reporta que a lo largo del año 2020 el sector industrial represento el 64.4% de toda la energía consumida; Así mismo reporta que el consumo de energía del sector industrial de la región La Libertad representa el 54.5% del consumo de la región (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería [OSINERGMIN] , 2020).

Una primera forma de lograr estos objetivos es la gestión energética, lo que implica implementar las medidas que abarcan todas las actividades

destinadas a garantizar un uso eficiente de los recursos energéticos disponibles. Desde luego la optimización de la eficiencia energética es, una de las maneras más eficientes para reducir los consumos energéticos y mejorar la competitividad económica (European Commission, 2016).

Teniendo en cuenta que los motores eléctricos consumen el mayor porcentaje de la energía eléctrica que se genera a nivel mundial, el ahorro energético debería enfocarse en aumentar la eficiencia de estos motores (Mayor, 2014). Si cambiamos un motor de 10KW de eficiencia estándar por uno de alta eficiencia, si este motor funciona cerca de la carga nominal el 80 % del tiempo, el ahorro será de 4200 kWh por año, esto significa que en tan solo en unos pocos meses de funcionamiento se recuperará la inversión inicial (Parasiliti y Bertoldi, 2003).

Por todo lo expuesto líneas arriba, se redacta la siguiente pregunta para la investigación: ¿De qué manera la propuesta de gestión energética mejora la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Empresa Curtiembre Libertad S.A.C? junto con sus preguntas específicas como: ¿De qué manera se puede realizar un diagnóstico de la eficiencia energética en sus dimensiones: Análisis de sistema de suministro y distribución, Análisis de los equipos, Análisis de sistemas auxiliares y Coste energético de la Empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C?, ¿Cómo se puede determinar el estado funciona de los motores y equipos que inciden en el consumo de energía eléctrica de la Empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C?, ¿Cómo diseñar y costear las oportunidades de mejora y su evaluación de rentabilidad para un proyecto de ahorro energético de la Empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C? y ¿De qué manera se puede evaluar la rentabilidad de la propuesta para reducir los costos por consumo de energía eléctrica de la Empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.?

Con respecto a la justificación social es comprendida por poner en práctica realizar diagnosticos que permitan evidenciar posibles mejoras de la eficiencia electrica se tendrá como consecuencia directa una disminución importante en los costos por energía eléctrica en la planta, por lo cual, beneficia al empresario e indirectamente a su personal, pues la rentabilidad mejora y

puede incidir en una mejora para los trabajadores.

También se justifica desde la perspectiva teórica por aportar conocimiento en las técnicas y mejoras a los equipos que consumen y utilizan energía eléctrica en la planta a fin de reducir su consumo eléctrico utilizando distintos instrumentos de lectura de datos que permitan diagnosticar la causa u origen de no tener una óptima funcionalidad.

Además, desde una perspectiva metodológica se justifica por establecer métodos para evaluar a través de un levantamiento de información de todos los motores y equipos eléctricos utilizados en la Curtiembre con la finalidad de evaluarlos e ir descartando y corrigiendo en ellos todas las causas que originan gastos elevados de consumo de energía eléctrica.

Por tal motivo, la presente investigación se planteó como objetivo general Elaborar una propuesta de gestión energética para mejorar la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Empresa Curtiembre Libertad S.A.C. Junto con los siguientes objetivos específicos: tales como Realizar un diagnóstico de la eficiencia energética en sus dimensiones: Análisis de sistema de suministro y distribución, Análisis de los equipos, Análisis de sistemas auxiliares y Coste energético de la Empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C. Elaborar una propuesta de mejora en el sistema de consumo de energía eléctrica de la Empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C. Costear las oportunidades de mejora de la propuesta de consumo de energía eléctrica de la Empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C y evaluar la rentabilidad de la propuesta para reducir los costos por consumo de energía eléctrica de la Empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C.

Por tal, se planteó la hipótesis general de la investigación indicando que: La propuesta de gestión energética mejora la eficiencia energética de la Empresa Curtiembre Libertad S.A.C

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes a nivel internacional, se consideraron las siguientes investigaciones:

Muñoz y Vergara (2011) en su estudio de pregrado desarrollado en Ecuador en una empresa del sector Confección Textil, busco desarrollar una guía para realizar auditorías energéticas para el sector industrial. Para realizar su estudio, se propuso alcanzar una mayor productividad teniendo un mayor control de las fuentes energéticas, se basó en una metodología de tipo cuantitativa bajo un diseño no experimental de corte transaccional. Para su estudio realizó formularios y fichas de registro para identificar todas las fuentes energéticas empleadas. En esta investigación se encontró un potencial de ahorro energético al mejorar la eficiencia en el sistema de iluminación, lo que equivale a una reducción del 8% al 10% del consumo de energía. El análisis del proyecto mostró que era técnica y financieramente factible.

García et al. (2019) en su estudio realizado en la ciudad de Cali, Colombia. En su investigación desarrollada en una empresa del sector plástico, se planteó como objetivo diagnosticar el sistema energético, identificar los potenciales de ahorro y hacer recomendaciones para mejorar la eficiencia del sistema, considerando como dimensión la eficiencia energética. Esta investigación sigue una metodología de tipo cuantitativa, bajo un enfoque propositivo, su diseño es no experimental de corte transversal. Realizo propuestas de cambio de tecnología en equipos de alumbrado. En esta investigación con la implementación de todo este conjunto de acciones se consiguió mejorar la eficiencia energética en un 7.25%.

Parreira (2020), se realizó una auditoria energética en el Club Deportivo Portugués en Lisboa, el objetivo principal era procurar mejoras energéticas, a fin de reducir sus costos de energía para ofrecer servicios cómodos a sus clientes. Tuvo como metodología un estudio de tipo cuantitativo de diseño no experimental, transeccional evidenciando que se consumió 168 y 165 tep en los años 2018 y 2019 respectivamente. Se detectaron las áreas de mayor consumo y se propuso mejoras de ahorro a través de la compra de equipos

más eficientes. La propuesta consiste en implementar un sistema de paneles fotovoltaicos de 26 kWp, con una inversión total estimada en 45,000€, se proyecta un periodo de 5 años de retorno de capital, el ahorro de energía de la red se calcula en un 7.5%.

García, Cuadros y López (2011) en su investigación realizada en España se plantearon realizar una auditoría energética en 55 centros de salud cuyas áreas eran entre 500 y 3,500 m<sup>2</sup> evaluando la viabilidad de una auditoría energética a fin de mejorar la eficiencia energética, disminuyendo los costes de explotación. Si por cada centro de salud se realiza la inversión de 11,601 € se puede disminuir el uso de energía en 10,801 kWh, con un ahorro de 2,961 € al año dando 3,92 años de tiempo de amortización y evitar así la emisión de 7,010 kg de CO<sub>2</sub>. Una auditoría energética es un instrumento útil para cuantificar y reducir los gastos de operación y mantenimiento, al mejorar las condiciones operacionales; así como un aporte a la conservación del medio ambiente.

Con respecto a los antecedentes nacionales, se presentan a las siguientes investigaciones:

Reyes (2019) en su estudio de pregrado realizada en Lima donde se puso como objetivo realizar un mejoramiento de la eficiencia energética y con ello lograr que la universidad reduzca sus niveles de CO<sub>2</sub> emitidos, a través del uso de energía solar. Tuvo una metodología de tipo cuantitativa de diseño no experimental, donde se tomó como muestra las instalaciones del edificio D. Para este estudio se aplicó una ficha de registro, entrevistas, encuestas. La auditoría demostró que toda la instalación consume 435.698 kwh/día. El sistema en conjunto requiere una inversión inicial de S/564,386.923. Utilizando el método la EPA. Finalmente, la evaluación económico - financiero demostró que, a pesar de que la universidad podría ahorrar dinero implementando el sistema, esto no basta para tener un VAN positivo que sea notable para invertir en este proyecto.

Saenz (2019), en su investigación realizada al sector pesquero de la Provincia de Piura, busco determinar a través de una auditoría energética como minimizar el gasto por el uso de energía eléctrica en las instalaciones de una fábrica de procesamiento de harina de papa, para esto estudio una muestra de

los usuarios eléctricos en el proceso productivo de harina de pescado y de pota, en sus instalaciones en Paita. Para este estudio aplico los instrumentos guías de observación y guía de análisis de documentos a los equipos del sistema eléctrico, considerando como dimensiones para su estudio a una evaluación técnica y evaluación económica. En esta investigación se determinó que los motores eléctricos son la carga representativa de la empresa y el 44% de estos tienen eficiencias menores al 80%. Por lo cual, se aplicó el uso de un banco de condensadores. La evaluación económica determino la factibilidad de su implementación.

Tello (2016), en su tesis desarrollada en un instituto de educación superior ubicado en la ciudad de Piura, desarrollo una auditoría energética orientada en la reducción de los gastos debido al uso de energía eléctrica de dicha instrucción educativa, aplicando una metodología de tipo propositiva de enfoque cuantitativa de diseño no experimental, utilizando como muestra a las instalaciones eléctricas del edificio de Electrotecnia. Para realizar el análisis se recolectaron datos con instrumentos, tales como cuestionarios, fichas de recolección de datos y guías de entrevista. En esta investigación se evidencio la existencia de equipos con baja eficiencia eléctrica, se determinaron las horas punta, se estableció que con una implantación gradual de las recomendaciones se llegaría a tener un ahorro de 60,528 kWh de energía. La evaluación económica - financiera se manifestó en favor de la viabilidad de la propuesta.

Fiestas (2011), en su estudio de tesis desarrollada en la Universidad de Particular de Piura, realizo un analisis para obtener una reduccion en el consumo de la energia electrica de la institucion, con el objetivo de plantear alternativas que logren el ahorro de energia. La metodologia de la presente investigacion se considera de tipo cuantitativa bajo un enfoque propositivo con un diseño no experimental de corte transeccional. Para esto se tomaron como muestra cuatro suministros en MT en 10 KV identificados como Suministro A, B, C, D. Para realizar el analisis, se estableció diferentes consumos de energía y potencia de los cuatro suministros, la demanda máxima de las principales cargas eléctricas. Se concluyó que se debe implementar un banco de compensación de factor de potencia de 72 kVar, 0.23 kV y 60 Hz. La evaluación



económica de las mejoras conseguiría un ahorro de S/.4,944 mensual lo cual equivale a una disminución del 16.93 % de los gastos.

En lo que respecta el fundamento teórico de la presente investigación, se presentan los siguientes conceptos relacionados a la energía:

La energía es considerada como el potencial que tiene un sistema para producir trabajo, esta se puede hallar en muchas cosas y puede tomar diversas formas; es la capacidad que tiene un sistema para ejecutar un trabajo sobre otros sistemas. La termodinámica y sus leyes demuestran que al producir un trabajo no se aprovecha toda la energía. Dependiendo de los límites del sistema físico en cuestión, la energía tal como se entiende en la definición anterior a veces puede describirse mejor mediante conceptos como exergía y energía libre termodinámica (Dall, 2013); Desde la perspectiva de la física resulta complejo definir la energía, no se ha evidenciado de cómo viene la energía. Sin embargo se sabe que la materia es energía altamente condensada, y que la energía tiene muchas formas de manifestarse, todas guardan relación entre sí por medio de diversas herramientas de conversión (Richard Feynmann); Según la ISO 50001:2011, la energía puede ser definida como la capacidad que tiene un sistema para efectuar o realizar un trabajo sobre otro sistema (Kals, 2015).

Auditoría energética, es un procedimiento sistemático cuyo objetivo es obtener un conocimiento óptimo del perfil de consumo energético existente de una instalación industrial, identificando y cuantificando la energía rentable oportunidades de ahorro y reportando los hallazgos (European Commission, 2016); La auditoría energética es una herramienta utilizada para analizar sistemáticamente la situación energética específicamente de una instalación correspondiente a una empresa o institución, con el propósito de conocer su desempeño energético actual, también se le denomina diagnóstico energético (Ministerio de Energías y Cooperación Alemana, 2019); Una auditoría energética, también llamada evaluación energética, es una evaluación de los sistemas energéticos de un edificio a fin de identificar estrategias o mejoras que reduzcan el consumo de energía”(Shapiro, 2016). La definición proporcionada en la Norma EN 16247-1:2012 de auditoría energética (Ver

anexo 3) es "un procedimiento sistemático para obtener un conocimiento adecuado de los perfiles de consumo energético de un edificio o grupo de edificios existentes, plantas industriales; así como en empresas de servicios públicos o privados, con el fin de identificar y cuantificar en términos de rentabilidad modelos o técnicas de ahorro de energía y la relación de lo que se revela"(Dall, 2013).

Por tal motivo, se presentan las siguientes ventajas de la realización de una auditoria energética.

Mejorar la competitividad a través de la implementación, modernización, y automatización tecnológica de la empresa; lograr una mayor y mejor participación de los trabajadores en el cuidado, control y uso de los diferentes equipos relacionados al consumo de energía eléctrica; colaborar con la conservación del medio ambiente y la salud e higiene ocupacional de los trabajadores a través de la disminución de emanaciones tóxicas, concientizar a los trabajadores con la utilización de normas y cuidado de la energía eléctrica, salvaguardando su integridad física y la infraestructura de la empresa; permite el conocimiento e identificación de las variables asociadas al consumo energético (Gómez, Sánchez y Frutos, 2019).

Sin embargo, existen diferentes formas de realizar auditorías energéticas, de las cuales resalta el "análisis de historial" la cual consiste en realizar con la información existen y los recibos de consumo emitidos por la empresa prestadora del servicio; es recomendable tomar una muestra de todo el último año, para observar y analizar el consumo real y poder ubicar los puntos críticos en donde ocurren los mayores consumos, por lo tanto, los mayores gastos. Así mismo se debe tener los horarios de uso y ocupación y los datos climatológicos donde se ubica la planta (Paydar, 2017).

Sumado a ello, se deberá realizar una "inspección y evaluación personal" la cual se llevará a cabo por el propietario y personal de la empresa, donde básicamente se trata de determinar y racionar los puntos y equipos donde se tiene el mayor consumo de electricidad; para ello se debe tener un listado histórico de los equipos, donde se pueda encontrar datos como fecha de compra, carga de trabajo, descripción de sus mantenimientos y observaciones

del operador respecto al funcionamiento del equipo (Mentrida et al., 2015).

Finalmente, se deberá realizar una “inspección física profesional” la cual se refiere al recorrido y evaluación completa y minuciosa llevada a cabo por personal especializado de todos los motores, equipos, tendido eléctrico e instalaciones eléctricas a fin de determinar con certeza todos los puntos de consumo eléctrico (Mentrida et al., 2015).

No obstante, también se toma en consideración la definición de la eficiencia energética como la capacidad para reducir al mínimo el uso de energía requerido para cubrir una demanda sin afectar su calidad; esto se puede lograr mediante el cambio del equipo defectuoso por otro similar o mejor para brindar igual o mejor servicio consumiendo menos energía eléctrica (Instituto Tecnológico de Canarias, 2008). Se entiende el cómo conseguir más y mejores resultados con menos recursos, lo cual se expresa en menores costos de producción” (Ministerio de Minas y Energía República de Colombia, 2007). Es el cociente que relaciona la cantidad producida de un servicio y la energía usada para su elaboración (Reyes, 2019).

La eficiencia energética se mide a través de la siguiente ecuación

### **Ecuación 1**

*Calculo de la eficiencia energética general*

$$\text{Indicador de eficiencia energética} = \frac{\text{Consumo energético}}{\text{Datos de las actividades}}$$

*Fuente: Recopilado de Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos (International Energy Agency, 2016, p. 27).*

Indicadores de Eficiencia Energética, son indicadores que revelan la superioridad energo eficiente entre dos elementos. Generalmente el consumo de energía se ubica en el numerador y los valores por actividad se ubican como divisor. El consumo energético puede ser expresado en una variedad de unidades (kWh, julios, toneladas equivalentes al petróleo, etc.), pero los datos por actividad cubren una gran variedad de actividades: producción de una cantera, recorrido en kilómetros de una unidad vehicular, cantidad de trabajadores, entre otros (International Energy Agency, 2016).

Analizador de redes eléctricas, es un instrumento de medición que se usa para

medir o cuantificar múltiples magnitudes eléctricas de una red generalmente en BT (Ver anexo 4), así como: tensión, corriente, potencia, energía activa y reactiva, factor de potencia entre otros. Estos instrumentos de medición tienen diversas funciones programables, entre ellas la opción de registro de parámetros. Los resultados de las medidas generalmente se muestran como documentos en formatos propietarios que solo pueden ser usados por el representante de la marca o en formato ASCII (European Commission, 2016).

Motores eléctricos, son máquinas eléctricas que producen trabajo útil, tienen una parte giratoria, el rotor, y una parte estacionaria, el estator. Ambas partes producen campos magnéticos, ya sea a través de devanados excitados por corrientes eléctricas o mediante el uso de imanes permanentes (ver anexo 5). Es la interacción entre estos dos campos magnéticos la responsable de la generación de torque. Existe una gran variedad de motores eléctricos, según el tipo de fuente de alimentación (CA o CC) que alimenta los devanados, así como sobre diferentes métodos y tecnologías para generar los campos magnéticos presentes en el estator, así como en el rotor. La función de un motor eléctrico es tomar energía eléctrica de la fuente y convertirla en energía mecánica, si un motor eléctrico presenta una eficiencia del 80%, esto quiere decir que el 80% de la energía eléctrica absorbida de la fuente es convertida en energía mecánica directamente en el eje del rotor. La diferencia entre la potencia de entrada y la potencia de salida son las pérdidas de potencia presentes en el motor (Turner y Doty, 2007).

Debido a su bajo costo, alta confiabilidad y eficiencia bastante alta, la mayoría de los motores que se usan en los electrodomésticos grandes, la industria y los edificios comerciales son motores de inducción asíncronos (Goswami y Frank, 2016).

Eficiencia del motor, la eficiencia es el porcentaje de la potencia de entrada absorbida por el motor que realmente se convierte en trabajo de salida del eje del motor (ver anexo 8). La eficiencia ahora se está estampando en la placa de identificación de la mayoría de los motores eléctricos producidos (Turner y Doty, 2007). En 2007, la Ley de Seguridad e Independencia Energética de EE. UU. (EISA, por sus siglas en inglés) elevó los estándares mínimos de eficiencia

establecidos por EAct para cumplir con los requisitos de eficiencia equivalentes a NEMA Premium a partir de diciembre de 2010. Además, EISA también amplió la cantidad de motores cubiertos por EAct. En China y en la UE, los motores de alta eficiencia/IE2 son obligatorios desde 2011, y los motores Premium/IE3 serán obligatorios en 2015 en la UE (Almeida, Ferreira y Duarte, 2014)

## **Ecuación 2**

*Calculo de la eficiencia energética de equipos eléctricos*

$$\text{Efficiency} = \text{EFF} = \frac{746 \cdot \text{HP Output}}{\text{Watts Input}}$$

*Fuente: Recopilado de Energy Management Handbook (Turner y Doty, 2007, p. 276).*

Por otra parte, los motores que están sobredimensionados (trabajando todo el tiempo por debajo del 50% de la capacidad) presentan no solo una menor eficiencia sino también un bajo factor de potencia (National Electrical Manufacturers Association, 1999) La eficiencia de un motor baja apreciablemente cuando funciona a baja carga (por debajo del 40% para un motor estándar). El factor de potencia baja sostenidamente desde el funcionamiento a plena carga. El rendimiento cae drásticamente en motores pequeños y motores con eficiencia estándar. Debido a esto, es importante dimensionar correctamente los motores nuevos e identificar los motores que funcionan con una carga muy baja todo el tiempo. En el último caso, se debe considerar la economía de reemplazo por un motor del tamaño correcto. Las consideraciones incluyen la carga a la que el motor es más eficiente, la diferencia en la eficiencia entre el motor actual y el del tamaño correcto, y la practicidad de montar un motor de tamaño más pequeño. En plantas industriales medianas o grandes, donde normalmente se dispone de un stock de motores, los motores sobredimensionados pueden cambiarse por versiones del tamaño correcto.

Pérdidas de distribución por dimensionamiento del cable, las corrientes suministradas a los motores en cualquier instalación producirán pérdidas Joule ( $I^2R$ ) en los cables de distribución y transformadores del consumidor. El dimensionamiento correcto de los cables no solo permitirá una minimización rentable de esas pérdidas, sino que también ayudará a disminuir la caída de

voltaje entre el transformador y el motor El uso del Código Eléctrico Nacional para el dimensionamiento de los conductores conduce a tamaños de cable que evitan el sobrecalentamiento y permiten una corriente de arranque adecuada para los motores, pero pueden estar lejos de un diseño de eficiencia energética. Por ejemplo, al alimentar un motor de 100 hp motor ubicado a 150 m del transformador con un cable dimensionado según NEC, se perderá alrededor del 4 % de la potencia al calentar el cable. Considerando una recuperación de la inversión de 2 años, normalmente es económico usar un cable un tamaño de cable más grande que el requerido por el NEC (Goswami y Frank, 2016).

Compensación de potencia reactiva, en la mayoría de los consumidores industriales, la razón principal de un factor de potencia bajo es la aplicación generalizada de motores de inducción sobredimensionados. La corrección del sobredimensionamiento puede contribuir en muchos casos a una mejora considerable del factor de potencia. La compensación de energía reactiva, con el uso de bancos de capacitores, no solo reduce las pérdidas en la red, también permite conseguir la máxima capacidad de potencia de los componentes del sistema de potencia (cables, transformadores, disyuntores, etc.) Además, se reducen las fluctuaciones de tensión, ayudando así al motor a operar más cerca de su voltaje de diseño.

La eficiencia de un sistema eléctrico dependerá de la suma de las eficiencias del motor, variador, conductores y calidad de la energía de alimentación, si la instalación propuesta supera estos límites, se deben conectar circuitos de filtrado apropiados en paralelo con la instalación (Hughes, 2006).

Con respecto a los indicadores para determinar la potencia absorbida, o potencia activa, o potencia media consumida; se considera como aquella potencia que transforma la energía eléctrica en trabajo, la cual es calculada mediante el producto de la tensión a la que está conectado (V) por la intensidad de la corriente que la circula (I) (Loyarte, Clementi y Vega, 2019).

El factor de potencia es una medida de los requisitos de un motor en particular para magnetizar (Ver anexo 7). Es la relación que existe entre la potencia activa (kW) y la potencia aparente (kVA). Los motores de inducción son generalmente el principal motivo de un bajo factor de potencia porque hay muchos en uso y,

por lo general, no están completamente cargados. La corrección de la condición de factor de potencia bajo es un problema de vital importancia económica en los sectores de generación, distribución y utilización de energía a-c.

### **Ecuación 3**

*Angulo del factor de potencia*

$$\text{El ángulo del pf en grados} = \cos^{-1} \theta$$

Energía Reactiva, es la energía eléctrica que puede ser tomada o inyectada a la red. Es usada por equipos que necesitan de un campo magnético para su funcionamiento, por ejemplo: motores, transformadores, bombas, iluminación eficiente, entre otros. Al aumentar el factor de Potencia en una instalación se minimiza el consumo de Energía Reactiva (Troviano, Piris y Oggier, 2021).

### **Ecuación 4**

*Factor de potencia*

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

Por otra parte, se tuvo en consideración que la eficiencia del Transformador, es considerada como el rango de eficiencia de un transformador no debe ser menor al 97%, llegando incluso hasta un 99%; la manera más exacta de obtener su rendimiento es a través del cociente entre la potencia de salida ( $P_u$ ) y la suma de las potencias de entrada ( $P_a$ ), pérdidas en el cobre ( $P_{cu}$ ) y pérdidas en el hierro ( $P_{fe}$ ).

### **Ecuación 5**

*Eficiencia del transformador*

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{P_u}{P_a} * 100$$

**Donde:**

$P_u$  = Bobinado secundario

$P_a$  = Bobinado primario

Las pérdidas en un transformador se deben a la resistencia de los circuitos magnéticos y eléctricos del transformador que produce el efecto Joule (Aponte et al., 2011).

Potencia absorbida, es aquella que consume el motor de la línea de alimentación para luego entregar potencia mecánica; la potencia absorbida siempre debe ser superior que la Potencia mecánica, debido a que el rendimiento de todo motor es menor al 100% debido a sus pérdidas; la potencia mecánica ubicada en el eje del motor. Se calcula restando las pérdidas en el hierro de la potencia absorbida, la cual se calcula en base a la siguiente ecuación:

Ecuación 6  
*Potencia útil*

$$Cv = V * I * EM * FP * \frac{1.73}{746}$$

Donde:

Cv= Potencia Util  
V = Tensión  
I = Intensidad  
EM = Eficiencia del motor  
FP = Factor de potencia

Se entiende a la eficiencia de los motores como la capacidad que tiene un motor eléctrico para transformar potencia eléctrica en potencia mecánica útil; porque no toda la energía eléctrica que recibe un motor se convierte en energía mecánica (Carvajal et al., 2013).

Banco de condensadores, son el conjunto de condensadores conectados entre si, cuya función es compensar energía reactiva producida por los motores eléctricos y aumentar el factor de potencia, lo cual permite reducir el consumo de energía reactiva, aumentar la capacidad de transmisión al reducir pérdidas en la transmisión de energía eléctrica. La cual, tiene como principio tomar energía de la red, almacenarla como campo magnético, y luego de cumplir con su ciclo de carga, entregar dicha energía como una corriente capacitiva que compensa la corriente inductiva que utilizan las cargas inductivas; de tal forma se realiza la reducción de la energía reactiva consumida por los motores (Ver anexo 9).



### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

La presente investigación fue de tipo aplicada, pues se planteó resolver un problema industrial, aplicando el conocimiento científico y herramientas (Hernández y Mendoza, 2018).

##### **3.1.2 Nivel de investigación**

Con respecto a su nivel fue explicativo, pues buscó encontrar o determinar las razones por las cuales se prevé sucede un fenómeno encontrado por el investigador a lo largo de su investigación, por otra parte, este estudio identifica en qué circunstancias se presentan las variables (Hernández y Mendoza, 2018).

##### **3.1.3 Diseño de investigación**

El diseño de la investigación fue no experimental transversal, pues no se manipularon las variables y se analizaron en un tiempo y espacio determinado por el investigador (Ñaupas et al., 2018).

#### **3.2 Variables y operacionalización de variables**

##### **3.2.1 Variable Dependiente**

Con respecto a su definición conceptual, la gestión energética es el conjunto de acciones y procesos que buscan la optimización del consumo energético con el fin de lograr una mayor eficiencia, racionalidad y ahorro (Universidad internacional de la Rioja, 2021).

Mientras que su definición operacional es definida por la AIE establece la construcción de indicadores basados en la producción física. Para el sector industrial determina el indicador Intensidad energética por unidad de producción física (SENER, AIE, 2011)

##### **3.2.2 Variable Independiente**

Se presenta como definición conceptual al sistema eléctrico como un

conjunto de dispositivos que convierte energía de una forma primaria a energía eléctrica, la transporta y la distribuye a los consumidores finales. Por razones históricas y de eficiencia se adoptó en forma generalizada el uso de la corriente alterna (Matulic, 2003).

También se considera como definición operacional que la auditoria energética incluye los siguientes análisis: Análisis de los sistemas de suministro energético. - Análisis energético de los equipos. - Análisis energético de los sistemas auxiliares (European Commission 2020).

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1 Población**

La población del presente estudio estuvo conformada por todos los motores y equipos la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C

#### **3.3.2 Criterios de inclusión**

Se consideran a todos los motores y equipos que consumen energía eléctrica que se encuentran en la empresa: Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C

#### **3.3.3 Criterios de exclusión**

En la presente investigación se excluyen a las empresas del mismo ramo de curtiembres que existen en Trujillo, Departamento de La Libertad.

#### **3.3.4 Muestra**

La muestra de esta investigación estuvo conformada por todos los motores y equipos la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C

#### **3.3.5 Muestreo**

El muestreo es no probabilístico por conveniencia, debido a que la única muestra son los motores y equipos de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C.

### **3.3.6 Unidad de Análisis**

La unidad de análisis está compuesta por un motor y equipo que consumen energía eléctrica y que funcionan en la planta de la empresa: Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C. para los trabajos de adobo y curtido de pieles.

### **3.4 Técnicas de recolección de datos**

La recolección de datos para la Variable Independiente y Variable Dependiente, se llevará a cabo a través de las técnicas de Análisis Documental.

### **3.5 Instrumentos de recolección de datos**

El instrumento está conformado por las diferentes Fichas de Registro utilizadas para la toma de datos (ver anexo 7).

### **3.6 Procedimientos**

Evaluar la situación actual del estado en que se encuentran las instalaciones de la planta, en relación al cumplimiento Normativo Legal vigente; para esto se deberá realizar una inspección de campo del área de trabajo.

Ubicar el origen, la causa, y el efecto de los diversos tipos de problemas que se tienen por un inadecuado sistema de puesta a tierra en una subestación eléctrica: Para esto se deberá tener los conocimientos de los lineamientos requeridos de las teorías relacionadas.

Determinar los valores de eficiencia energética de cada una de las dimensiones: Con la ayuda de un analizador de redes Fluke 435 y siguiendo el procedimiento de la European Commission.

Proponer las mejoras necesarias para poder mejorar la eficiencia de los sistemas eléctricos, tomando como referencia la evaluación de la eficiencia energética: Habiendo cumplido con el procedimiento de cálculo establecido en la normativa, se deberá proponer los requerimientos de materiales y recursos necesarios.

### **3.7 Métodos de Análisis de Datos**

### **3.7.1 Análisis Cuantitativo**

Para un correcto procesamiento de los datos recolectados en la investigación se utilizan instrumentos de medición; así como el software Microsoft Excel 2016 para la tabulación de tablas.

### **3.7.2 Análisis de Diagnóstico**

El análisis de diagnóstico a utilizar consiste en evaluar si las alternativas de la propuesta de mejora determinan si realmente van a influir en la disminución de los gastos de consumo en de energía eléctrica.

### **3.7.3 Análisis Predictivo**

En base al fundamento teórico y funcionamiento de las alternativas propuestas, básicamente con la implementación del banco de condensadores, se podrá predecir los porcentajes de disminución del consumo de energía eléctrica en la planta.

## **3.8 Aspectos éticos**

La presente investigación tuvo en consideración el respeto y transparencia en el uso de datos mediante la autorización y consentimiento de tratamiento de datos de la empresa Curtiembre Libertad S.A.C; por otra parte, es importante mencionar que se respetaron los lineamientos y normativas de la Universidad Cesar Vallejo, haciendo uso de sus Normas vigentes y el uso correcto del citado y referencias de los autores que contribuyeron en la literatura científica para desarrollar la presente investigación.

La honestidad y la ética son virtudes a considerar en la transparencia, veracidad y exactitud al momento de la toma de datos, así como para el análisis de los mismos a fin de obtener resultados reales que servirán para obtener información confiable y valedera que garanticen seguridad.

## IV. RESULTADOS

### Del Objetivo Especifico N°1

Realizar un diagnóstico de la eficiencia energética en sus dimensiones:  
Análisis de sistema de suministro y distribución, Análisis de los equipos y  
Análisis de sistemas auxiliares de la Empresa Curtiembre & Servicios Libertad  
S.A.C.

### Análisis de eficiencia del Transformador

**Tabla 1**

*Cálculo de eficiencia del transformador (situación actual)*

Descripción	Valor
Eficiencia del Transformador $\eta_{Tr}$	98.47 %
$P_{1Trafo}$	85.09 kW
$P_{2borne-secun}$	83.79 kW
Potencia Reactiva Secundario $Q_2$	51.25 kVAr
Perdidas en el transformador	1.30 kW

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C*

### Interpretación

La tabla 1 nos muestra la situación actual de funcionamiento del transformador, por medio de los valores calculados del transformador, como son: eficiencia, la potencia consumida en el primario y la potencia útil en el secundario; la potencia reactiva absorbida por el sistema que requiere ser compensada; las perdidas presentes en el transformador. Estos datos fueron calculados previamente en el anexo 8.

### Análisis de eficiencia del sistema de distribución (Potencia Reactiva)

**Tabla 2**

*Calculo de potencia reactiva necesaria a compensar*

Descripción	$\phi$	Valor
FP 1 Promedio mes Primario		0.86 FP
Angulo		30.68
Potencia Reactiva		51.25 kVAr

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C*

## Interpretación

De la tabla 2 se puede observar los valores de la situación actual que fueron calculados como son el FP y el ángulo que será necesario para luego establecer la potencia reactiva presente en el sistema que será necesaria ser compensada.

**Tabla 3**

*Diagnóstico de la eficiencia del sistema de distribución (situación actual)*

<b>Análisis de sistema de distribución</b>	
<b>Cableado</b>	<b>Potencia Activa (kW)</b>
Potencia absorbida	83.52
Potencia útil	81.38
Eficiencia del sistema	97.44%

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C*

## Interpretación:

En la tabla 3 se observa la situación actual del sistema de conductores eléctricos, por medio de los cálculos realizados a todo este sistema. Los valores son: una eficiencia de 97.44%, la sumatoria de pérdidas de potencia da un valor de todo el sistema de cableado es de 1.68 kW, lo cual representa un porcentaje menor al 2% de todo el consumo; la temperatura máxima es 55°C a la salida del transformador y un valor mínimo de 30°C. Todo esto demuestra que el sistema de cableado no necesita realizar cambios. Haciendo innecesario cualquier propuesta de mejora.

## Análisis de eficiencia y pérdidas de los motores

**Tabla 4**

*Toma de datos de los equipos en funcionamiento*

Área	Equipo	HP <sub>util</sub>	kW <sub>util</sub>	FP <sub>placa</sub>	U <sub>prom</sub>	I <sub>prom</sub>	FP <sub>calcula</sub>	n <sub>s</sub>	RPM <sub>ope</sub>	P <sub>abs</sub>	Carga	η <sub>M-E</sub>	Pu, kw	kWh/año
Pelambre	Botal 1	10	7.5	0.86	395	5.1	0.78	1800	1789	2.72	23.8	65.2	1.8	4,833
Pelambre	Botal 2	10	7.5	0.78	395	6	0.63	1800	1791	2.58	19.4	56.1	1.5	4,593
<b>Pelambre</b>	<b>Descarnadora</b>	<b>60</b>	<b>44.7</b>	<b>0.79</b>	<b>395</b>	<b>26</b>	<b>0.65</b>	<b>1800</b>	<b>1790</b>	<b>11.55</b>	<b>21.6</b>	<b>83.7</b>	<b>9.7</b>	20,534
Pelambre	Divididora	20	14.9	0.85	395	11	0.63	1800	1789	4.74	23.8	74.9	3.5	8,420
Curtido	Botal 3	10	7.5	0.58	395	14.6	0.55	1800	1781	5.49	41.1	55.8	3.1	9,757
Curtido	Escurridora	15	11.2	0.85	395	13.2	0.63	1200	1194	5.68	32.4	63.8	3.6	10,104
<b>Curtido</b>	<b>Rebajadora</b>	<b>61</b>	<b>45.5</b>	<b>0.86</b>	<b>395</b>	<b>50</b>	<b>0.75</b>	<b>1800</b>	<b>1783</b>	<b>25.63</b>	<b>36.7</b>	<b>65.2</b>	<b>16.7</b>	<b>45,563</b>
Recurtido	Botal 4	10	7.5	0.82	395	11.9	0.71	1800	1775	5.77	54.0	69.8	4.0	10,266
Recurtido	Botal 5	10	7.5	0.72	395	11	0.66	1800	1780	4.96	48.0	72.2	3.6	8,821
Recurtido	Botal 6	10	7.5	0.75	395	9	0.62	1800	1785	3.81	32.4	63.4	2.4	6,780
Recurtido	Botal 7	10	7.5	0.75	395	7	0.69	1800	1787	3.30	31.2	70.5	2.3	5,869
Recurtido	Carpeteadora (Desvenadora)	15	11.2	0.85	395	14.5	0.78	1800	1779	7.73	45.4	65.7	5.1	13,742
Recurtido	Vacio	7.4	5.5	0.84	395	8	0.69	1800	1775	3.77	60.0	87.8	3.3	6,707
Planchadora	Bomba Hidraulica	10	7.5	0.85	395	9	0.78	1800	1780	4.80	48.0	74.6	3.6	8,529
Planchadora	Resistencias	10	7.5	1	395	10	1			6.83	-	-		12,150
Lijadora	Extractor	12.5	9.3	0.89	395	11	0.8	3600	3560	6.01	50.8	78.8	4.7	10,692
<b>Lijadora</b>	<b>Rodillos</b>	<b>25</b>	<b>18.6</b>	<b>0.84</b>	<b>395</b>	<b>29</b>	<b>0.79</b>	<b>1800</b>	<b>1780</b>	<b>15.66</b>	<b>43.2</b>	<b>51.5</b>	<b>8.1</b>	<b>27,836</b>
Desenpolvadora	Extractor	5	3.7	0.78	395	6	0.71	1800	1770	2.91	54.0	69.2	2.0	5,176
Desenpolvadora	Rodillo 1	1.8	1.3	0.77	395	1	0.72	1800	1780	0.49	21.6	59.0	0.3	875
Desenpolvadora	Rodillo 2	1.8	1.3	0.77	395	1	0.7	1800	1780	0.48	21.6	60.6	0.3	851
Compresor 1	Motor	10	7.5	0.84	395	10.7	0.75	1800	1780	5.48	43.2	58.8	3.2	9,751
Compresor 2	Motor	5	3.7	0.86	395	8.7	0.71	3600	3510	4.22	81.0	71.6	3.0	7,505

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C*

## Interpretación

En la tabla 4, se muestran los datos de placa de los motores y equipos de la planta, así como las magnitudes medidas con ayuda del analizador de redes Fluke 435. Se observa que los motores presentan un bajo índice de carga lo cual demuestra que los motores están sobredimensionados para la aplicación. Esto al haber sido instalado sin algún criterio de diseño durante el montaje. Este bajo índice de carga también ocasiona un bajo rendimiento de la eficiencia y un bajo factor de potencia. Y son estos dos los responsables de un exceso de consumo de energía activa y energía reactiva.

**Tabla 5**

*Diagnóstico de la eficiencia de los equipos de mayor potencia (situación actual)*

<b>Análisis de los equipos</b>	
	<b>Activa (kW)</b>
Potencia absorbida	81
Potencia útil	51
Eficiencia de los motores	63.26%

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C*

## Interpretación

La tabla 5 muestra la situación actual de los 3 motores de mayor capacidad (Descarnadora, Rebajadora y Rodillos) los que cuentan con una eficiencia en funcionamiento en conjunto de 63.26% para sus tareas actuales.

## Análisis de eficiencia y pérdidas de los equipos auxiliares

**Tabla 6**

*Diagnostico de los equipos auxiliares*

	<b>P<sub>insta</sub> (kW)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Factor de Demanda</b>	<b>P<sub>abs</sub> (kW)</b>	<b>Eficiencia</b>	<b>P<sub>util</sub> (kW)</b>
Foco LED	18	6	0.6	64.8	0.95	61.56
Fluorescentes 25W	28	8	0.5	112	0.6	67.2
Laptop	100	1	0.6	60	0.7	42
Impresora	100	1	0.3	30	0.9	27
Bomba de agua	300	1	0.5	150	0.7	105
<b>Sub total</b>	<b>546</b>		<b>0.5</b>	<b>0.417</b>		<b>0.303</b>

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C*



## Interpretación

Para el cálculo de la eficiencia con respecto a la potencia activa, se considera

$$\text{Eficiencia de equipos auxiliares} = \frac{0.303}{0.417} = 72.64\%$$

En la tabla 6 se observa que en este estudio se tomaron como equipos auxiliares todos los equipos monofásicos en 220Vac. En el presente análisis se muestra que el aporte del consumo de este sistema no llega a representar el 1% de la energía activa total consumida y por tal motivo no justifica una realizar una inversión de mejora en este sistema.

**Tabla 7**

*Eficiencia general del sistema eléctrico (situación actual)*

	<b>Actual</b>
Eficiencia transformador	98.47%
Eficiencia Sistema Distribución	97.44%
Eficiencia Motores	68.75%
Eficiencia Equipos Auxiliares	72.64%
Eficiencia General del Sistema Eléctrico	66.74%

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C*

## Interpretación

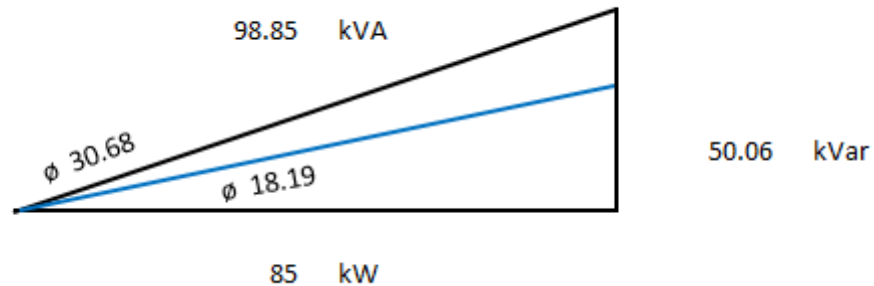
En la tabla 7, se puede evidenciar que la eficiencia energética del transformador es de 98.47%, del sistema de distribución asciende a 97.44%, mientras que la eficiencia de los motores tan solo es del 68.75% y finalmente la eficiencia de los equipos auxiliares se calcula en 72.64%, y como una eficiencia general de todo el sistema eléctrico de la empresa de 66.74%.

## Del Objetivo Especifico N°2:

Elaborar una propuesta de mejora en el sistema de consumo de energía eléctrica de la Empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C

**Figura 1**

*Triangulo de potencias requeridas para el diseño del banco de condensadores*



*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C (Ver anexo 17)*

**Tabla 8**

*Calculo de potencia reactiva necesaria a compensar*

Descripción	$\phi$	Valor
FP 1 Promedio mes Primario		0.86 FP
Angulo		30.68
30 % del Consumo Potencia kW	16.70	25.53 kVAr
Diferencia a compensar	18.19	22.52 kVAr

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C*

### Interpretación

En la tabla 8, se observa el factor de potencia 0.86 y el ángulo 30.68 inicial, así como la potencia compensada por la empresa distribuidora 25.53 kVAr; también se muestra la diferencia potencia reactiva a ser compensado por el usuario 22.52kVAr, para llegar a un FP nuevo de 0.95. La empresa suministradora de energía compensa un porcentaje de energía reactiva. Esta potencia compensada se calcula como el 30% del consumo de energía activa total del sistema. La potencia necesaria a compensar por el usuario es de 22.52 kVAr, pero se toma el valor inmediato superior 25 kVAr, por ser un valor comercial.

**Tabla 9***Factor de potencia Proyectado en el sistema de distribución*

<b>Cos <math>\phi</math></b>	<b>Angulo <math>\theta</math></b>	<b>kVar 100 %</b>
1.00	0.00	50.49
0.99	8.11	38.36
0.98	11.48	33.21
0.97	14.07	29.16
0.96	16.26	25.67
0.95	18.19	22.52
0.94	19.95	19.61
0.93	21.57	16.86
0.92	23.07	14.24
0.91	24.49	11.72

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C*

### **Interpretación**

La tabla 9 muestra una proyección de la capacidad del nuevo banco de condensadores que debe ser instalado. De estos valores, el valor escogido para alcanzar un factor de potencia de 0.95 requiere una potencia 22.52 kVar; sin embargo, se tomó en consideración tomar en cuenta una potencia de 25kVar, el cual es el valor inmediato superior y por ser un valor comercial en lo que respecta potencia de condensadores.

**Tabla 10***Diseño de los nuevos motores según índice de carga de la situación real*

<b>Área</b>	<b>Equipo</b>	<b>HP</b>	<b>Pabs kW</b>	<b>Cos</b>	<b><math>\eta_{M-E}</math></b>	<b>I</b>	<b>kWh/año</b>
Curtido	Rebajadora	30	17.76	0.95	94.10	27.36	31,576
Pelambre	Descarnadora	20	10.28	0.95	94.10	15.83	18,269
Lijadora	Rodillos	15	8.72	0.95	92.40	13.43	15,505

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C*

### **Interpretación**

La tabla 10 se observa la propuesta de cambio de tres motores eléctricos con mayor potencia en HP, Este criterio fue tomado en cuenta según la investigación de Howard (2008) debido a que se considera a aquellos equipos con una potencia mayor a 25 HP son los responsables del consumo de más del 60% de la energía de todos los motores eléctricos. Y por lo cual son estos equipos los de mayor impacto en el consumo energético. Se toma en cuenta

los valores de índice de carga de la evaluación de la situación actual, que indica que los motores están sobredimensionados para su capacidad real y presenta una baja eficiencia y bajo factor de potencia. En el diseño de los nuevos motores se tomaron como equipos de alto impacto a la rebajadora la cual su nueva potencia es de 30 HP, la Descarnadora tiene una nueva potencia de 20 HP, el motor de los rodillos 15 HP. El consumo de energía de estos tres motores es de 65,350 kWh/año,

**Tabla 11**  
*Análisis de la eficiencia Proyectada de los equipos (Motores)*

<b>Análisis de los equipos</b>	
	<b>Activa (kW)</b>
Potencia absorbida	71
Potencia útil	56
Eficiencia de los motores	78.87%

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C*

### **Interpretación**

La tabla 11 muestra que al cambiar los 3 motores de mayor capacidad (Descarnadora, Rebajadora y Rodillos) por motores de menor potencia y de mayor eficiencia se reducirá el consumo de Potencia Activa, las pérdidas y como consecuencia un aumento de la eficiencia del sistema llegando a un 78.87%.

**Tabla 12**  
*Eficiencia energética general proyectada*

	<b>Proyectado</b>
Eficiencia transformador	98.52%
Eficiencia Sistema Distribución	98.99%
Eficiencia Motores	78.87%
Eficiencia Equipos Auxiliares	72.64%
Eficiencia Total del sistema	76.78%

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C*

### **Interpretación**

En la tabla 12, se puede evidenciar que la eficiencia energética que se puede obtener después de aplicada la mejora, tiene un nuevo valor de 98.52% para

el transformador, para el sistema de distribución llega a un 98.99%, mientras que la eficiencia de los motores se consigue llegar a un 78.87% y finalmente la eficiencia de los equipos auxiliares se mantiene en 72.64%. Por último, la eficiencia proyectada total de la empresa es de 76.78%.

### Del Objetivo Especifico N°3:

Costear las oportunidades de mejora de la propuesta de consumo de energía eléctrica de la Empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C

**Tabla 13**

*Análisis de costos entre equipos actuales vs equipos nuevos*

Equipo	Situación Actual						Proyectado				
	HP <sub>util</sub>	$\eta_{placa}$	$\eta_{M-E}$	Pu, kw	kWh/año	Costo	Pabs	$\eta_{M-E}$	kWh/año	Costo	Ahorro Anual
Rebajadora	61	80	65.2	16.7	45,563	S/ 13,305	17.76	94.10	31,576	S/ 9,220	S/ 4,084
Descarnadora	60	87	83.7	9.7	20,534	S/ 5,996	10.28	94.10	18,269	S/ 5,335	S/ 661
Rodillos	25	88.2	51.5	8.1	27,836	S/ 8,128	8.72	92.40	15,505	S/ 4,527	S/ 3,601
						S/ 27,429				S/ 19,082	S/ 8,346

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C*

### Interpretación

En la tabla 13 se observan dos situaciones situación actual y proyectada. En la situación Actual, se observa que se tienen instalados motores sobre dimensionados lo que está ocasionando que muchos motores estén operando a una carga menor al 44%, además de pérdidas de potencia por una baja eficiencia y por un bajo factor de potencia. La sumatoria de consumo de energía que corresponde solo a los tres motores representativos de mayor potencia en el periodo de 12 meses es 93,933 kWh/año a un costo unitario de S/ 0.29 haciende a un monto S/ 27,429. En la situación proyectada se tomó en cuenta el criterio del autor Howard Penrose que establece que los motores mayores a 25 HP son los responsables del consumo de más del 60% de la energía utilizada en una industria, con esto se decidió realizar el estudio centrado en el cambio de estos tres motores por otros de menor potencia y con característica de ser de mayor eficiencia con esta nueva situación mejorada se observa que la nueva sumatoria de consumo de energía que corresponde solo a los tres nuevos motores en el periodo de 12 meses es 65,350 kWh/año a un costo unitario de S/ 0.29 haciende a un monto S/

19,082). Como se puede observar con el cambio de estos tres motores se conseguiría una reducción de 28,779 kWh/año lo que equivale a un ahorro anual de S/ 8,346.

**Tabla 14**

*Consumo de energía reactiva actual vs proyectada*

Mes	Consumo Facturado (kVArh/mes)	Costo unitario (S./ kVArh)	Costo Actual (S./)	Costo Proyectado (S./)
Enero	4,223	S/ 0.0527	S/ 223	-
Febrero	3,782	S/ 0.0504	S/ 191	-
Marzo	4,183	S/ 0.0501	S/ 210	-
Abril	4,468	S/ 0.0485	S/ 217	-
Mayo	4,160	S/ 0.0498	S/ 207	-
Junio	3,077	S/ 0.0486	S/ 150	-
Julio	3,440	S/ 0.0498	S/ 171	-
Agosto	2,972	S/ 0.0511	S/ 152	-
Setiembre	3,449	S/ 0.0512	S/ 177	-
Octubre	2,866	S/ 0.0518	S/ 148	-
Noviembre	3,443	S/ 0.0520	S/ 179	-
Diciembre	3,559	S/ 0.0504	S/ 179	-
Total	43,622		S/ 2,203	-

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C*

**Interpretación:**

Con respecto al consumo de energía reactiva, en la tabla 11 se pone en evidencia el total de kVArh consumido de forma mensual, con su respectivo costo unitario (S./ kVArh) mensual brindado por la empresa distribuidor de energía, de tal forma en que los costos generados por consumo de energía reactiva ascienden a S/. 2,203 nuevos soles anuales, los cuales se esperan eliminarse por completo debido a la implementación de un banco de condensadores de 25 KVAR.

### Del Objetivo Especifico N°4:

Evaluar la rentabilidad de la propuesta para reducir los costos por consumo de energía eléctrica de la Empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C

**Tabla 15**  
*Flujo económico*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro Energía Activa	-S/. 26,170.98	S/ 8,346.49	S/ 8,346.49	S/ 8,346.49	S/ 8,346.49	S/ 8,346.49	S/ 8,346.49	S/ 8,346.49	S/ 8,346.49	S/ 8,346.49	S/ 8,346.49
Ahorro Energía Reactiva		S/ 2,203.00	S/ 2,203.00	S/ 2,203.00	S/ 2,203.00	S/ 2,203.00	S/ 2,203.00	S/ 2,203.00	S/ 2,203.00	S/ 2,203.00	S/ 2,203.00
Depreciación		S/ 2,023.52	S/ 1,867.06	S/ 1,722.70	S/ 1,589.50	S/ 1,466.60	S/ 1,353.21	S/ 1,248.58	S/ 1,152.04	S/ 1,062.97	S/ 980.78
Cuota		S/ 3,043.60	S/ 3,043.60	S/ 3,043.60	S/ 3,043.60	S/ 3,043.60	S/ 3,043.60	S/ 3,043.60	S/ 3,043.60	S/ 3,043.60	S/ 3,043.60
Utilidad Bruta		S/ 5,482.37	S/ 5,638.82	S/ 5,783.18	S/ 5,916.38	S/ 6,039.28	S/ 6,152.68	S/ 6,257.31	S/ 6,353.84	S/ 6,442.92	S/ 6,525.11
<b>Utilidad Neta</b>		S/ 5,482.37	S/ 5,638.82	S/ 5,783.18	S/ 5,916.38	S/ 6,039.28	S/ 6,152.68	S/ 6,257.31	S/ 6,353.84	S/ 6,442.92	S/ 6,525.11
Utilidad Neta		S/ 5,482.37	S/ 5,638.82	S/ 5,783.18	S/ 5,916.38	S/ 6,039.28	S/ 6,152.68	S/ 6,257.31	S/ 6,353.84	S/ 6,442.92	S/ 6,525.11
Depreciación(+)		S/ 2,023.52	S/ 1,867.06	S/ 1,722.70	S/ 1,589.50	S/ 1,466.60	S/ 1,353.21	S/ 1,248.58	S/ 1,152.04	S/ 1,062.97	S/ 980.78
Valor de salvamento		S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 5,234.20
<b>FNE</b>	<b>-S/. 26,170.98</b>	S/ 7,505.89	S/ 7,505.89	S/ 7,505.89	S/ 7,505.89	S/ 7,505.89	S/ 7,505.89	S/ 7,505.89	S/ 7,505.89	S/ 7,505.89	S/ 12,740.08

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C*

En base a lo proyectado en la tabla 15, se estima que se puede mantener un ahorro significativo de S/ 8,346 en energía activa y S/. 2,203 en energía reactiva, para lo cual, se es considera la implementación de una inversión en máquinas y equipos consignados en el anexo 10, la cual oscila los S/. 26,170.98; sin embargo, dicho monto fue evaluado financieramente bajo el cronograma de pagos en un periodo de 10 años (ver anexo 13).

**Tabla 16**  
*Indicadores financieros*

<b>Indicador</b>	<b>Valor</b>
VAN	S/. 42,324.15
TIR	26%
B/C	S/. 3.64
PRI	3.12 años

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C*

**Interpretación:**

En la tabla 16, se evidencia el comportamiento del ahorro que se prevé obtener después de implementación, además, se considera también el análisis de los indicadores financieros poniendo en evidencia que existe un VAN de S/.42,324.15, TIR de 26%, un Beneficio/Costo de 3.64 (2.64 soles por cada sol invertido) y un periodo de retorno de la inversión de 3.12 años.

**Del Objetivo General:**

Elaborar una propuesta de gestión energética para mejorar la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Empresa Curtiembre Libertad S.A.C



**Tabla 17***Comparativa entre eficiencia energética antes y después*

Mes	Pieles (Unid)	Consumo energético actual (kWh/mes)	Consumo energético proyectada (kWh/mes)	Eficiencia energética Actual (kWh/Und)	Eficiencia energética Proyectada (kWh/Und)	Diferencia
Enero	4178	10382.72	10828.26	2.49	2.59	-4.11%
Febrero	4310	10999.08	10828.26	2.55	2.51	1.58%
Marzo	5870	11229.53	10828.26	1.91	1.84	3.71%
Abril	6880	11428.62	10828.26	1.66	1.57	5.54%
Mayo	6091	12220.90	10828.26	2.01	1.78	12.86%
Junio	7170	12548.17	10828.26	1.75	1.51	15.88%
Julio	6062	11179.08	10828.26	1.84	1.79	3.24%
Agosto	5970	12973.62	10828.26	2.17	1.81	19.81%
Septiembre	7380	14079.53	10828.26	1.91	1.47	30.03%
Octubre	7560	14387.71	10828.26	1.90	1.43	32.87%
Noviembre	7020	13006.35	10828.26	1.85	1.54	20.11%
Diciembre	7380	16854.53	10828.26	2.28	1.47	55.65%
<b>Total/año</b>	<b>75871</b>	<b>151289.85</b>	<b>129939.16</b>	<b>1.99</b>	<b>1.71</b>	<b>16.43%</b>

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C*

### **Interpretación:**

En la tabla 17, se reporta la comparación de la eficiencia energética (kWh por unidades de pieles producidas) de la situación actual de forma mensual, la cual se prevé o estima reducir de manera considerable mediante la implementación de motores, los cuales pese a ser de menor potencia mantienen un consumo menor y suficiente para las necesidades de la empresa, volviéndolas más eficientes en lo que respecta los costos generados; de ello, se puede evidenciar que en general, se mejora una eficiencia inicial de 1.99 kWh/Und a 1.71 kWh/Und lo cual implica una mejora del 16.43% en su eficiencia general.

## V. DISCUSIÓN

### **Del Objetivo Especifico N° 1**

Realizar un diagnóstico de la eficiencia energética en sus dimensiones: Análisis de sistema de suministro y distribución, Análisis de los equipos, Análisis de sistemas auxiliares y Coste energético de la Empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C.

La presente investigación tuvo en consideración realizar un diagnóstico de la eficiencia energética, para lo cual obtuvo como principales resultados que la eficiencia energética del transformador es de 98.47%, del sistema de distribución asciende a 97.44%, mientras que la eficiencia de los motores tan solo es del 68.75% y finalmente la eficiencia de los equipos auxiliares se estima a 72.64%. Estos datos son similares a los encontrados por Sáenz (2019) quien llego a evidenciar que el 44% de los motores tienen eficiencias menores al 80%. Además, se determinaron las perdidas debido a la falta de uso de un banco de condensadores, por otra parte, esta investigación realizó una evaluación económica para determinar la factibilidad de su implementación; además, Muñoz y Vergara (2011) quien analizó como a la eficiencia energética como dimensión, donde analizó que sus niveles de eficiencia cuentan con un potencial de ahorro energético al mejorar la eficiencia en el sistema de iluminación, lo que equivale a una reducción del 8% al 10% del consumo de energía, no obstante, García et al. (2019) en su estudio determinó que el consumo energético del sistema de alumbrado es mucho menor comparativamente al consumo de las máquinas. Realizo propuestas de implementación de banco de condensadores donde se podría mejorar la eficiencia energética en un 7.25%.

### **Del Objetivo Especifico N° 2**

Elaborar una propuesta de mejora en el sistema de consumo de energía eléctrica de la Empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C.

El estado funcional actual en cuanto a la eficiencia de los motores se encontró que el rendimiento más crítico fue del 51.5% en el motor de rodillos de 25 hp,

la rebajadora con 65.2% en el área de curtido y el mejor rendimiento fue de 83.7% en el motor de 60hp de la zona de Pelambre (descarnador) pasando a una proyección con rendimientos de 92.4%, %, 94.1% y 94.1% respectivamente; estos datos son similares a lo indicado por Parasiliti y Beryoldi (2003) sostiene que los motores eléctricos consumen menos energía cuanto mayor sea su eficiencia; y están deberían estar entre el 94% al 98%, evidenciando un correcto funcionamiento de las máquinas y equipos.

### **Del Objetivo Especifico N° 3:**

Costear las oportunidades de mejora de la propuesta de consumo de energía eléctrica de la Empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C.

Por otra parte, con respecto a los costos que genera la situación actual de la empresa, se evidencia que la sumatoria de consumo de energía que corresponde solo a los tres motores representativos de mayor potencia en el periodo de 12 meses es 93,933 kWh/año a un costo unitario de S/ 0.29 haciendo a un monto S/ 27,429; no obstante, la situación proyectada considera que en un periodo de 12 meses es 65,350 kWh/año a un costo unitario de S/ 0.29 haciendo a un monto S/ 19,082, lo que equivale a un ahorro anual de S/ 8,346. Estos datos son contrastados por lo evidenciado por García, Cuadros y López (2011) se puede disminuir el uso de energía en 10,801 kWh, con un ahorro de 2,961 € al año con un tiempo medio de retorno de 3.92 años. Concluyendo que una auditoría energética es un instrumento útil para cuantificar y reducir los gastos de operación y mantenimiento.

Por otra parte, con respecto a los consumos de energía reactiva, se puso en evidencia que los costos generados por consumo de energía reactiva ascienden a S/. 2,203 nuevos soles anuales, los cuales se esperan eliminarse por completo debido a la implementación de un banco de condensadores de 25 KVAR, estos datos son corroborados por lo indicado por Fiestas (2011) quien explica que debido a la implementación de un banco de condensadores de factor de potencia de 72 kVar, 0.23 kV y 60 Hz consiguiendo un ahorro de S/.4,944 mensual lo cual equivale a una disminución del 16.93 % de los gastos, también, guarda relación con lo explicado por García et al. (2019) quien realizo

propuestas de cambio de tecnología implementando un banco de condensadores concluyendo que con la implementación de todo este conjunto de acciones se consiguió mejorar la eficiencia energética en un 7.25%.

#### **Del Objetivo Especifico N° 4:**

Evaluar la rentabilidad de la propuesta para reducir los costos por consumo de energía eléctrica de la Empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C.

La implementación del Banco de Condensadores de 25 kVar / 380V de 5 etapas para la empresa en estudio tiene un costo de S/. 12,496; y de equipos por S/. 13,674.7; teniendo una inversión por S/. 26,170.98;obteniendo los indicadores financieros como un VAN de S/. 42,324.15, TIR de 26%, un Beneficio/Costo de 3.64 (2.64 soles por cada sol invertido) y un periodo de retorno de la inversión de 3.12 años, datos reforzados tomando en consideración lo expuesto por Parreira (2020), quien determino una inversión total estimada en 45,000€, y se proyecta un periodo de 5 años de retorno de capital; además, Tello (2016), quien reporta la existencia de equipos con baja eficiencia eléctrica en las horas punta, pudiendo llegar a obtener un ahorro de 60,528 kWh de energía después de implementada la propuesta, y con respecto a su evaluación económica - financiera se manifestó en un VAN de S/. 13,249.58 un TIR de 35% y un B/C 1.52. Sin embargo, otras investigaciones tales como Reyes (2019) determinaron que después de la implementación de un banco de condensadores no basta para tener un VAN positivo que sea notable para invertir en este proyecto.

#### **Del Objetivo General:**

Elaborar una propuesta de gestión energética para mejorar la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Empresa Curtiembre Libertad S.A.C

La presente investigación, estima reducir de manera considerable mediante la implementación de motores, los cuales pese a ser de menor potencia mantienen un consumo menor y suficiente para las necesidades de la empresa, volviéndolas más eficientes en lo que respecta los costos generados; de ello, se puede evidenciar que en general, se mejora una eficiencia inicial de 1.99

kWh/Und a 1.71 kWh/Und lo cual implica una mejora del 16.43% en su eficiencia general, esta información es corroborada por García et al. (2019) quien realizó una propuestas de cambio de tecnología en equipos de alumbrado llegando a reportar una mejora de la eficiencia energética en un 7.25%; no obstante, estos datos corroboran lo indicado por Gómez, Sánchez y Frutos (2019) explicando que la modernización e implementación de nuevas tecnológicas acorde a las necesidades de la empresa, lo cual mejora la competitividad no solo gracias al conocimiento e identificación de las variables asociadas al consumo energético, sino también que mejorar la competitividad gracias a la modernización, y automatización tecnológica de la empresa; lograr una mayor y mejor participación de los trabajadores en el cuidado, control y uso de los diferentes equipos relacionados al consumo de energía eléctrica; por otra parte, esto colabora con la conservación del medio ambiente y la salud e higiene ocupacional de los trabajadores a través de la disminución de emanaciones tóxicas.

## VI. CONCLUSIONES

Se diagnosticó que la eficiencia del transformador es de 98.47%, del sistema de distribución asciende a 97.44%, mientras que la eficiencia de los motores tan solo es del 68.75% y finalmente la eficiencia de los equipos auxiliares se estima a 72.64% en la Empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C.

Se elaboró una propuesta de mejora en el sistema de consumo de energía eléctrica evidenciando que el rendimiento mejora a 92.4% en el motor de rodillos de 25 hp, la rebajadora a 94.1% en el área de curtido y el mejor rendimiento fue de 94.1% en el motor de 60hp de la zona de Pelambre (descarnador) en la Empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C.

Se costeo que la sumatoria de consumo de energía que corresponde solo a los tres motores representativos de mayor potencia en el periodo de 12 meses es 93,933 kWh/año a un costo unitario de S/ 0.29 haciendo a un monto S/ 27,429; no obstante, la situación proyectada considera que en un periodo de 12 meses es 65,350 kWh/año a un costo unitario de S/ 0.29 asciende a un monto S/ 19,082, lo que equivale a un ahorro anual de S/ 8,346.

Se evaluó la rentabilidad de la propuesta evidenciando que la implementación del Banco de Condensadores de 25 kVAr / 380V de 5 etapas para la empresa en estudio tiene un costo de S/. 12,496; y de equipos por S/. 13,674.78 teniendo una inversión por S/. 26,170.98 obteniendo los indicadores financieros como un VAN de S/. 42,324.15, TIR de 26%, un Beneficio/Costo de 3.64 (2.64 soles por cada sol invertido) y un periodo de retorno de la inversión de años.

Se elaboró una propuesta de mejora evidenciando que se mejora una eficiencia energética inicial de 1.99 kWh/Und a 1.71 kWh/Und lo cual implica una mejora del 16.43% en su eficiencia energética general en la Empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

Seguir realizando investigaciones que determinen la eficiencia del consumo eléctrico de las empresas a fin de contribuir a la literatura científica sobre los beneficios de implementar un banco de condensadores para reducir los costos energéticos y mejorar la eficiencia energética.

Se recomienda implementar un plan de mantenimiento preventivo anual que incluya el monitoreo de todos los parámetros eléctricos de los motores para verificar si sus valores se encuentran dentro del rango óptimo de funcionalidad, además de evaluar si es económicamente rentable.

Se recomienda a las empresas a llevar un control de sus consumos energéticos y control de tiempos a fin de mantener una base de datos que pueda servir como referencia a futuros investigadores para determinar los costos más elevados o un patrón de comportamientos que determinen el fenómeno principal que incurre en los costos más elevados, por otra parte, la naturaleza de este tipo de investigaciones implica en un estudio a largo plazo, por lo cual es imprescindible generar históricos de data.

Se recomienda un estudio de coordinación de protecciones para evitar cortos circuitos, debido a que dentro del diagnóstico de la situación actual se encontraron varias carencias en lo que respecta la seguridad y prevenciones eléctricas.

## BIBLIOGRAFÍA

ALMEIDA, A., FERREIRA, F. y DUARTE, A., Technical and economical considerations on super high-efficiency three-phase motors. , 2014.

APONTE, Guillermo, HERRERA, Wilder, GONZÁLEZ, Carlos y PLEITE, Jorge, Implementación de un Modelo de un Transformador Eléctrico para el Análisis de su Respuesta en Frecuencia. *Informacion Tecnologica*, vol. 22, no. 4, 2011. ISSN 07168756. DOI 10.4067/S0718-07642011000400008.

CARTA, José, CALERO, Roque, COLMENAR, Antonio, CASTRO, Manuel y COLLADO, Eduardo, *Centrales de Energías Renovables Generación Eléctrica Con Energías Renovables*. Pearson Educación. Madrid: España. 2013. ISBN 978-84-8322-997-2.

CARVAJAL, Ignacio, POLUPAN, Georgiy, JARQUIN, Guillermo y VÁZQUEZ, Jorge, Optimización de la Eficiencia Térmica de un Motor Robinson Aplicando el Modelo Senft-Schmidt-Petrescu. *Información tecnológica*, vol. 24, no. 3, 2013. ISSN 0718-0764. DOI 10.4067/S0718-07642013000300010.

DALL, Giuliano, *Green Energy Audit of Buildings [electronic resource]: A guide for a sustainable energy audit of buildings* [en línea]. S.l.: Springer. 2013. ISBN 9781447150640. Disponible en: <https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=60724>.

DIAZ, Juan, 2014. Motores eléctricos . *Eficiencia energética y utopia* [en línea]. Disponible en: <https://juanfrancisco207.wordpress.com/2014/04/05/motores-electricos/>.

EUROPEAN COMMISSION, A Study on Energy Efficiency in Enterprises: Energy Audits and Energy Management Systems Implementation of national minimum criteria for energy audits, in line with Annex VI of the Energy Efficiency Directive. [en línea]. Karlsruhe (Germany): 2016. Disponible en: <https://www.gzs.si/LinkClick.aspx?fileticket=FHo4y9Xdt7U%3D&portalid=60>.

FIESTAS, Brian, *Ahorro energético en el sistema eléctrico de la universidad de Piura*. S.l.: Universidad de Piura. 2011.

GARCIA, Giancarlo, *Auditoria Energética Eléctrica en el Campamento Palo Verde -*



Olmos [en línea]. Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo. 2021. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61134/Garcia\\_PGG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61134/Garcia_PGG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

GARCÍA, Justo, CUADROS, Francisco y LÓPEZ, Fernando, La auditoría energética: una herramienta de gestión en atención primaria. *Gaceta Sanitaria* [en línea], vol. 25, no. 6, 2011. ISSN 02139111. DOI 10.1016/j.gaceta.2011.04.007. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0213911111001555>.

GARCÍA, María, CAICEDO, Juan, TOBAR, Vladimir y FLÓREZ, Juan, Energy audit proposal for industry applied to a case study in the plastics sector. *DYNA*, vol. 86, no. 210, 2019. ISSN 2346-2183. DOI 10.15446/dyna.v86n210.76094.

GÓMEZ, Enrique, SÁNCHEZ, Jorge y FRUTOS, César, Application of the energy audit methodology on the thermal envelope in a building for educational use in Madrid. *Revista de la Construcción*, vol. 18, no. 1, 2019. ISSN 0718915X. DOI 10.7764/RDLC.18.1.145.

GOSWAMI, Yogi y FRANK, Kreith, *Handbook of Energy Efficiency and Renewable Energy*. Boca Raton FL: CRC Press. 2007. ISBN 9780429127953.

GOSWAMI, Yogi y FRANK, Kreith, *Energy Efficiency and Renewable Energy Handbook*. S.l.: CRC Press. 2016. ISBN 9781466585089.

HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian, *Las rutas Cuantitativa Cualitativa y Mixta [Libro]* [en línea]. S.l.: s.n. 2018. ISBN 978-1-4562-6096-5. Disponible en: <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1292/1/Hernández- Metodología de la investigación.pdf>.

HOWARD, Penrose, *Electrical Motor Diagnostics*. S.l.: Success by Design Publishing. 2008. ISBN 0-9712450-7-X.

HUGHES, Austin, *Electric Motors and Drives Fundamentals, Types and Applications*. Elsevier. S.l.: s.n. 2006. vol. 3. ISBN 978-0-7506-4718-2.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CANARIAS, *Energías renovables y eficiencia energética*. S.l.: s.n. 2008. vol. 1. ISBN 9788469093863.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* [en línea]. S.l.: s.n. 2016. Disponible en: [www.iea.org/t&c/](http://www.iea.org/t&c/).

KALS, Johannes, *Iso 50001 Energy Management Systems: What Managers Need to Know About Energy and Business Administration*. S.l.: Business Expert Press. 2015. ISBN 1631570099.

LOYARTE, Ariel, CLEMENTI, Luis y VEGA, Jorge, *Asignación de Potencias No Gestionables Máximas en una Red Eléctrica con Restricciones de Calidad*. , 2019.

MATULIC, Iván, *Introducción a los sistemas eléctricos de potencia*. *Acta Nova* [en línea], vol. 2, no. 2, 2003. ISSN 1683-0789. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1683-07892003000100005](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892003000100005).

MAYOR, Andrés, *Método de Medición de la Eficiencia en un Motor de Inducción Alimentado por Variador de Velocidad* [en línea]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2014. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/54400/14638037.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MENTRIDA, Jesús, TEJERO, José, ARÁNGUEZ, Pedro, MATA, Francisco y MONTES, Francisco, *Requisitos de actuación para entidades de inspección y control en el ámbito reglamentario de la seguridad industrial en países de la U.E*. *Revista DYNA* [en línea], vol. 90, no. 3, 2015. ISSN 0012-7361. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5083200>.

MINISTERIO DE ENERGÍAS y COOPERACIÓN ALEMANA, *Guía para realizar una auditoría energética: Gestión 2019*. . S.l.: 2019.

MINISTERIO DE MINAS y ENERGÍA REPÚBLICA DE COLOMBIA, *Guía didáctica para el desarrollo de auditorías energéticas*. Colombia: Mauricio Calle Ujueta. 2007. ISBN 9789589813843.

MUÑOZ, Esteban y VERGARA, Aníbal, *Desarrollo y aplicación de una guía para realizar auditorías energéticas en el sector industrial* [en línea]. Quito: Escuela Politécnica Nacional. 2011. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4075/1/CD-3826.pdf>.

NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION, *Energy management guide for selection and use of polyphase motors*. S.l.: s.n. 1999.

ÑAUPAS, Humberto, VALDIVIA, Marcelino, PALACIOS, Jesús y ROMERO, Hugo, Metodología de la investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la Tesis. [en línea]. S.l.: 2018. Disponible en: [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf).

ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA, Consumo de Energía por Tipo de Uso. [en línea], 2020. Disponible en: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaWJiZWRmMzItNDg2Mi00MjhmLWE4ZTctYTcxNmMzNTMyNzkzIiwidCI6IjIhNzRmMTA0LThjMGUtNDRINy1hMTRFILWU0ZGMwMzAxZTlzYyIsImMiOjR9>.

PARASILITI, Francesco y BERTOLDI, Paolo, *Energy Efficiency in Motor Driven Systems* [en línea]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. 2003. ISBN 978-3-540-00666-4. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-55475-9>.

PARREIRA, José, *Eficiência Energética em Edifícios: Auditoria Energética ao Edifício do Ginásio Clube Português* [en línea]. S.l.: Universidad de Lisboa. 2020. Disponible en: [https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/48368/1/ulfc126401\\_tm\\_Jos%c3%a9\\_Godinho.pdf](https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/48368/1/ulfc126401_tm_Jos%c3%a9_Godinho.pdf).

REYES, Elizabeth, *Propuesta de uso de energía solar para el suministro de energía eléctrica y mejora de la eficiencia energética en la Universidad ESAN*. Lima: Universidad ESAN. 2019.

RODRÍGUEZ, Manuel, 2016. UNE-EN 16247: Auditorías energéticas con la parte 1 y parte 5. *INESEM Business School* [en línea]. Disponible en: <https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-integrada/norma-une-en-16247/>.

SÁENZ, Henry, *Auditoria Energética para disminuir el gasto de energía eléctrica en la Planta de Procesamiento de Harina de Pota, Piura 2018* [en línea]. Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo. 2019. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/38637/S%c3%a1enz\\_VHA-SD.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/38637/S%c3%a1enz_VHA-SD.pdf?sequence=3&isAllowed=y).

SHAPIRO, Ian, *Energy Audits and Improvements for Commercial Buildings*. S.l.: Wiley. 2016. ISBN 9781119084167.

SUL, Seung-Ki, *Control of Electric Machine Drive Systems* [en línea]. John Wiley & Sons. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc. 2010. ISBN 9780470876541. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/9780470876541>.

TELLO, Julio, *Modelo de auditoría energética para reducir el consumo de energía eléctrica en Senati-Piura* [en línea]. Chiclayo: Universidad César Vallejo. 2016. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/10090/tello\\_gj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/10090/tello_gj.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

TROVIANO, M., PIRIS, L. y OGGIER, G., Estrategia de modulación para minimizar la potencia reactiva en el enlace de CA de convertidores CC-CC de tres puertos aislados. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial*, vol. 18, no. 4, 2021. ISSN 1697-7920. DOI 10.4995/riai.2021.14612.

TURNER, Wayne y DOTY, Steve, *Energy Management Handbook*. S.I.: The Fairmont Press. 2007.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LA RIOJA, ¿Qué es la gestión energética? Estos son sus beneficios. [en línea], 2021. Disponible en: <https://www.unir.net/ingenieria/revista/gestion-energetica/>.

WAIDE, Paul y BRUNNER, Conrad, *Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems*. S.I.: 2011.

## ANEXOS

### Anexo 1

#### *Matriz de operacionalización de variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
<b>Independiente:</b> Gestión energética	La gestión energética es el conjunto de acciones y procesos que buscan la optimización del consumo de energía con el fin de lograr una mayor eficiencia, racionalidad y ahorro (Universidad internacional de la Rioja, 2021).	Para desarrollar esta variable se incluye los siguientes análisis: Análisis de los sistemas de suministro energético. - Análisis energético de los equipos. - Análisis energético de los sistemas auxiliares. (European Commission 2020).	Análisis de sistema de suministro y distribución.	Potencia absorbida	De razón
				Potencia útil	
				Eficiencia de transformador	
			Análisis de los equipos	Potencia absorbida	De razón
				Potencia útil	
				Eficiencia de motores	
			Análisis de sistemas auxiliares	Potencia absorbida	De razón
				Potencia útil	
				Eficiencia de equipos auxiliares	
<b>Dependiente:</b> Eficiencia energética	Es el hecho de minimizar la cantidad de energía necesaria para satisfacer la demanda sin afectar a su calidad (Instituto Tecnológico de Canarias, S.A., 2008).	La AIE establece la construcción de indicadores basados en la producción física. Para el sector industrial determina el indicador Intensidad energética por unidad de producción física (SENER, AIE, 2011)	Coste energético	Coste energético energía activa	De razón
				Coste energético energía reactiva	
				Consumo energético	
			Intensidad energética por unidad de producción física	Unidades producidas (pieles)	

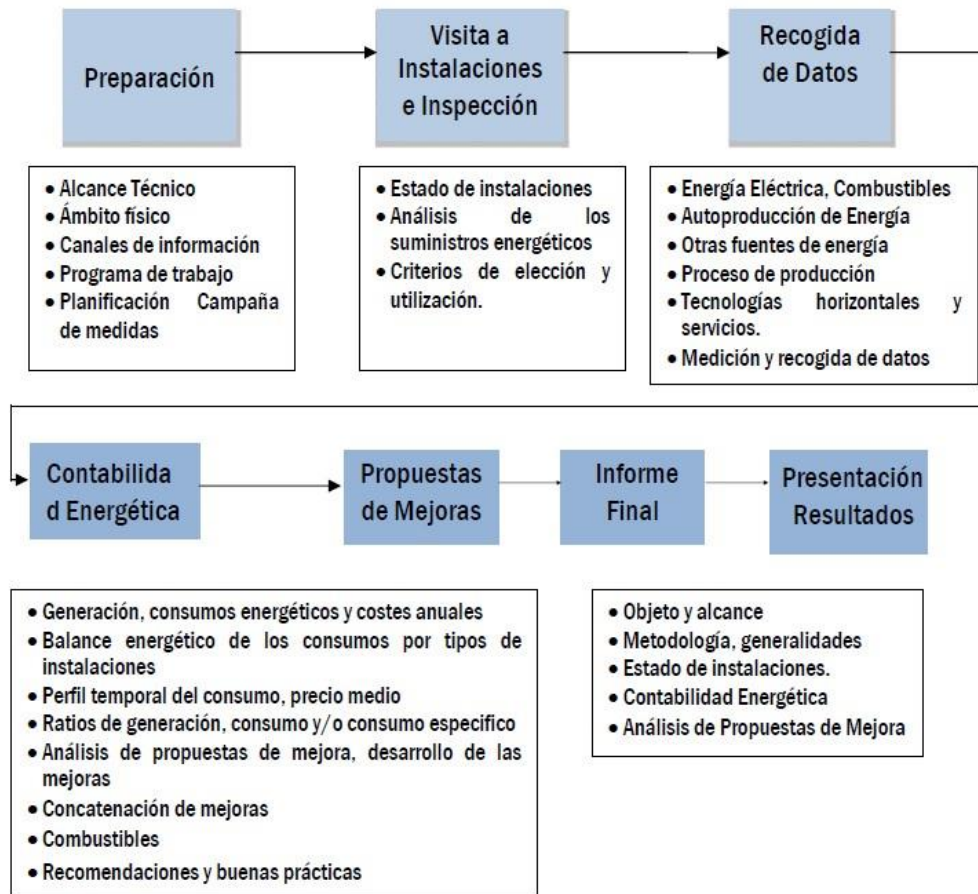
## Anexo 2

### Matriz de Consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general
<p>¿De qué manera la propuesta de gestión energética mejora la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Empresa Curtiembre Libertad S.A.C?</p>	<p>Elaborar una propuesta de gestión energética para mejorar la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Empresa Curtiembre Libertad S.A.C</p>	<p>La propuesta de gestión energética mejora la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Empresa Curtiembre Libertad S.A.C</p>
Problemas específicos	Objetivos específicos	
<p>¿De qué manera se puede realizar un diagnóstico de la eficiencia energética en sus dimensiones: Análisis de sistema de suministro y distribución, Análisis de los equipos, Análisis de sistemas auxiliares y Coste energético de la empresa Curtiembre &amp; Servicios Libertad S.A.C?</p>	<p>Realizar un diagnóstico de la eficiencia energética en sus dimensiones: Análisis de sistema de suministro y distribución, Análisis de los equipos, Análisis de sistemas auxiliares y Coste energético de la empresa Curtiembre &amp; Servicios Libertad S.A.C.</p>	
<p>¿Cómo se puede determinar el estado funciona de los motores y equipos que inciden en el consumo de energía eléctrica de la empresa Curtiembre &amp; Servicios Libertad S.A.C?</p>	<p>Elaborar una propuesta de mejora en el sistema de consumo de energía eléctrica de la empresa Curtiembre &amp; Servicios Libertad S.A.C.</p>	
<p>¿Cómo diseñar y costear las oportunidades de mejora y su evaluación de rentabilidad para un proyecto de ahorro energético de la empresa Curtiembre &amp; Servicios Libertad S.A.C?</p>	<p>Costear las oportunidades de mejora de la propuesta de consumo de energía eléctrica de la empresa Curtiembre &amp; Servicios Libertad S.A.C.</p>	
<p>¿De qué manera se puede evaluar la rentabilidad de la propuesta para reducir los costos por consumo de energía eléctrica de la empresa Curtiembre &amp; Servicios Libertad S.A.?</p>	<p>Evaluar la rentabilidad de la propuesta para reducir los costos por consumo de energía eléctrica de la empresa Curtiembre &amp; Servicios Libertad S.A.C.</p>	

### Anexo 3

#### Flujo de realización de una auditoría energética.



Fuente: Recopilado de UNE-EN 16247: Auditorías energéticas con la parte 1 y parte 5 (Rodríguez, 2016)

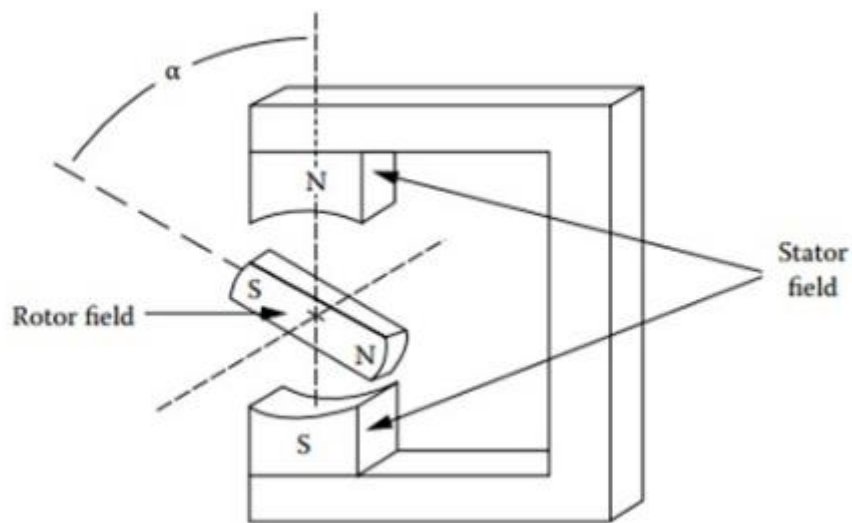
**Anexo 4**  
*Analizador de redes Fluke 435*





## Anexo 5

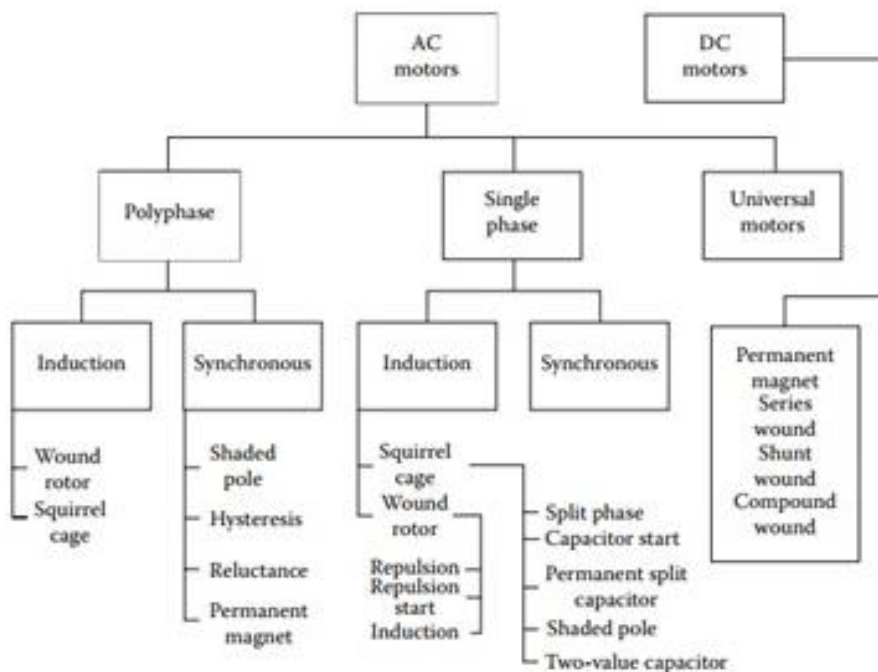
Principio de funcionamiento de un motor de inducción asíncrono.



Fuente: Recuperado de *Energy Efficiency and Renewable Energy Handbook* (Goswami y Frank, 2016, p. 696)

## Anexo 6

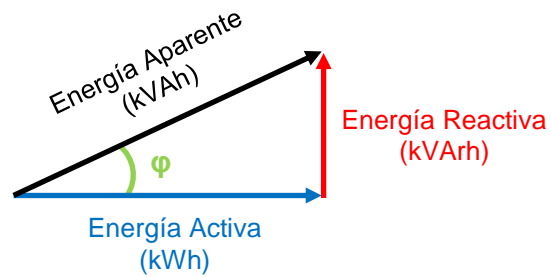
Tipos de Motores Eléctricos



Fuente: Recuperado de *Energy Efficiency and Renewable Energy Handbook* (Goswami y Frank, 2016, p. 697)

## Anexo 7

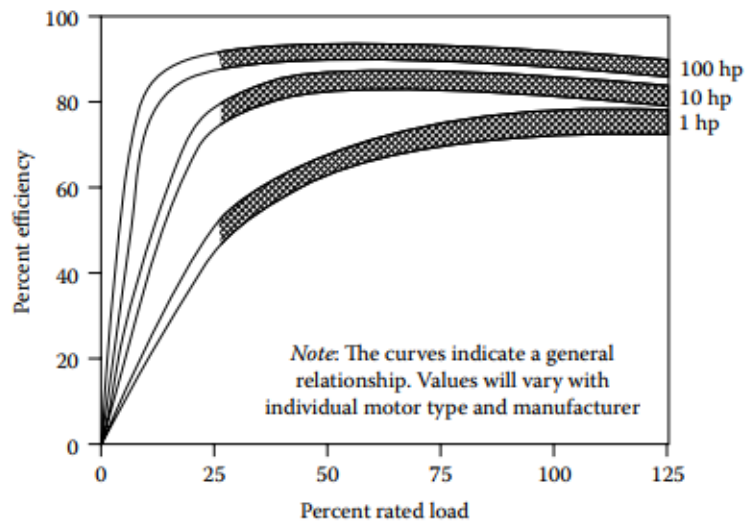
### Triangulo de energías



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 8

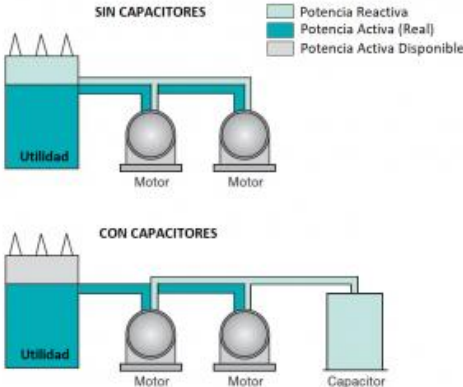
### Eficiencia típica frente a curvas de carga para 1800 rpm



Fuente: Recopilado de *Energy Efficiency and Renewable Energy Handbook* (Goswami y Frank, 2016).

# Anexo 9

## Banco de Condensadores



# Anexo 10

## Imágenes referenciales de los gastos de energía

Recibo N° S501-60904588

La Esperanza/Trujillo

Recibo por consumo del 01/12/2022 al 31/12/2022



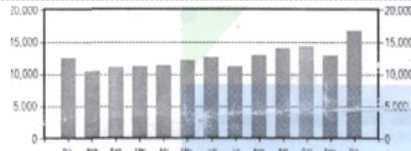
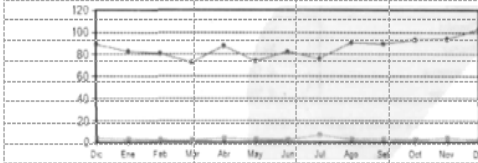
Ciente	D'YELZEN S.A.C.
R.U.C.	20481046182
Dirección	Mz. C01 Lote 01 Urb. Parque Industrial

° Diciembre-2022

**cóiso 58910557**

Referencia	30, 890				
Tarifa	MT2	Serie Medidor	00000009646812 - Electrón.	Promedio	Máxima Demanda Potencia Contratada
Medición	Media Tensión	N.º Hilos Medidor	4		
Tensión y SED	10 kV / E-303876	Modalidad	Potencia Variable	Fuera Punta	Punta
Sist. Eléctrico	SE0122 Trujillo (ST2)	Inicio Contrato	20/11/2019	98.3863	5.7955
Tipo Suministro	Trifásica-Aérea(C5.2)	Término Contrato	19/11/2023		

Magnitud Leída	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Energía Activa Total (kWh)	1,736.5700	1,860.1700	123.6001	16,854.5286	Energía Reactiva Capacitiva	55.9100	0.1008	5.64
Energía Activa Hora Punta (kWh)	33.8000	35.6800	1.8800	258.3636	Cargo Fijo		14.9910	14.99
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	1,702.7700	1,824.4900	121.7200	16,598.1652	Cargo por Reposición y Mantenimiento			20.80
Energía Reactiva (kVarh)	1,017.8000	1,080.7800	63.1800	8,615.4459	Energía Activa HP	258.3634	0.3495	89.60
Potencia Hora Punta (kW)	0.0320	0.0230	0.0230	3.1364	Energía Reactiva FP	16568.1652	0.2820	4666.66
Potencia Fuera Punta (kW)	0.8890	0.7540	0.7540	102.8181	Energía Reactiva	3559.0873	0.0504	79.38
Factor de Corrección No Activa	*** Medio	136.8635			Redes Distrib. HP	5.7955	13.3100	77.14
					Redes Distrib. FP	92.5908	14.2897	1324.02
					Alumbrado P. U. M. C. Alcuola - S/ 0.67M)			469.56
					Interes Compensatorio	1.0000	47.6491	47.65
					SUO TOTAL			7305.31
					Imp. Gral. a las Ventas			1314.96
					Interes Moratorio	1.0000	4.9085	4.91
					Saldo por redondeo	1.0000	0.0400	0.04
					Diferencia de redondeo		0.0200	0.02
					Agone Ley No. 28749 - OLOB2	16854.5286	0.0092	155.06
					<b>TOTAL RECIBO DE DICIEMBRE-2022</b>			<b>8700.30</b>
					Deuda Anterior (1 Mes.)			7248.60



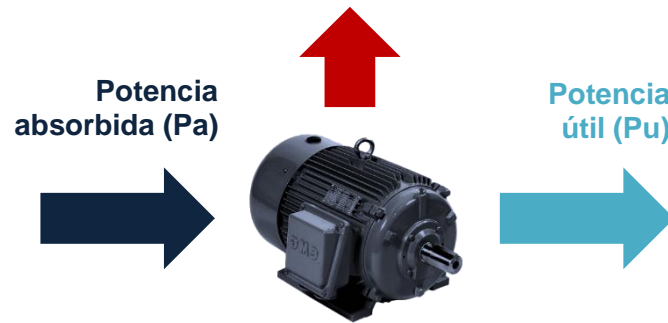
Total a Pagar **Induye Anulo FOSE (Ley Nn7slo) S/ 312.18**

## Anexo 11

### *Rendimiento de un Motor Eléctrico*

#### **Perdidas**

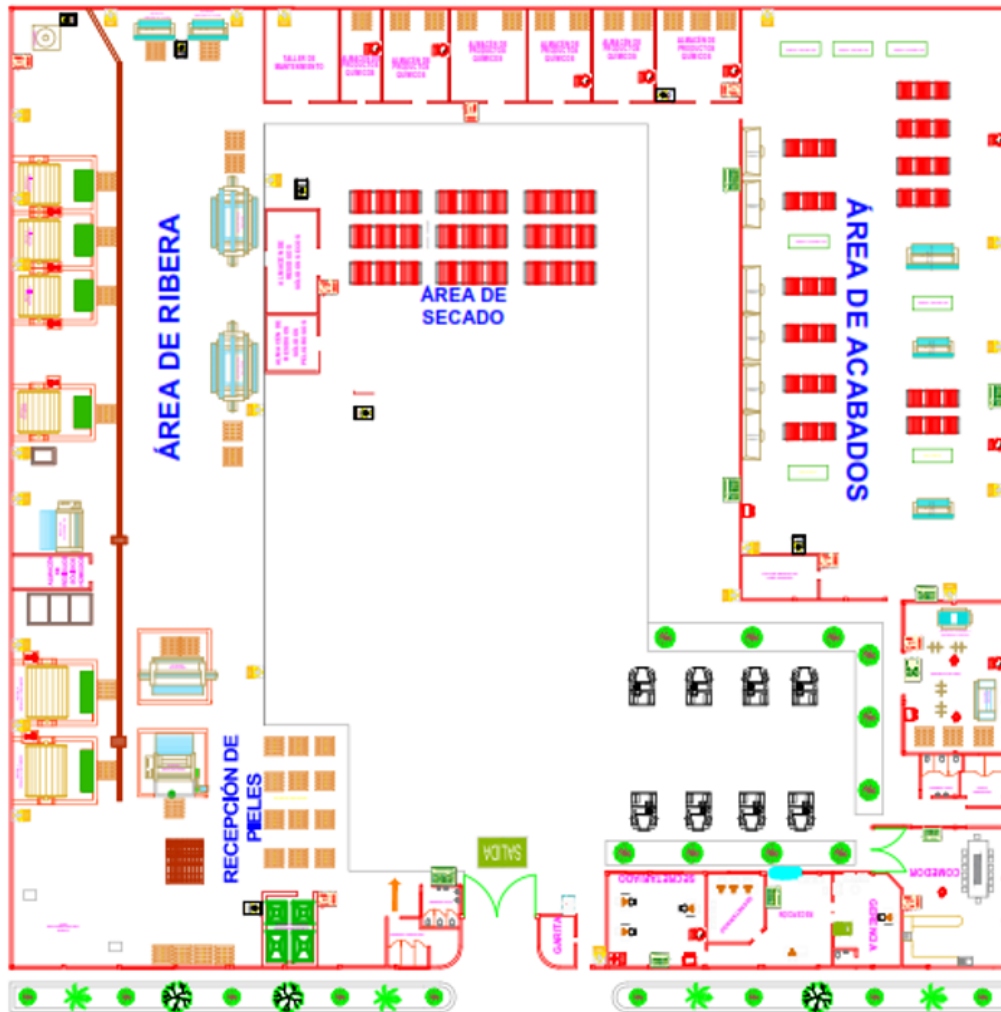
Resistencia del motor y estator, pérdidas en el núcleo de hierro, el efecto del viento y fricción, etc.



*Fuente: Recopilado de "Motores eléctricos" (Díaz, 2014)*

## Anexo 12

### Layout de la planta Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C



Nota: La planta de la Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C esta ubicada en La Esperanza y cuenta con un area de 1,200 m<sup>2</sup> distribuidos en las areas de: Ribera, Secado, Acabados, Recepción.

## Anexo 13

### Características, componentes y costos del Banco de Condensadores de 25kVar

**Especificaciones Técnicas: TABLERO BANCO DE CONDENSADORES AUTOMATICO (TBC - 25 KVAR) / 380V, 3F+N, 60Hz, IP54 N° DE ETAPAS 5**

ITEM	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
01	GABINETE METÁLICO CON ACCESORIOS DE MONTAJE	
02	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO TRIPOLAR	
03	05 CONTACTORES	
04	05 INTERRUPTORES	
05	05 CONDENSADORES	
06	01 REGULADOR AUTOMÁTICO	
07	LÁMPARAS DE SEÑALIZACIÓN	
08	FUSIBLES DE PROTECCIÓN	
	<b>ACCESORIOS</b>	
09	BARRAS DE Cu 3F (3X20MM) Y TIERRA (3X15MM)	
10	INT.AUT.2 POLOS 2A 10KA	
11	CELOSIA C/FILTRO 148MM	
<b>PRECIO TOTAL EN SOLES</b>		<b>S/ 10,590.00 + IGV</b>

## Anexo 14

### Toma de datos del sistema de distribución de energía primario y secundario

Principales	Derivaciones primarias	Derivaciones secundarias	P <sub>entr</sub> kW	I <sub>2-oper</sub> A	I <sub>nom-cond</sub> A	S <sub>cond</sub> mm <sup>2</sup>	ρ <sub>cu</sub> Ω*mm <sup>2</sup> /m	L <sub>cond</sub> m
<b>A - B</b>			83.52	264.00	455	120	0.0175	7.2
<b>B - C</b>	<b>FC</b>	<b>100</b>	59.75	177.3	270	70	0.0175	28
<b>C - CA1</b>			31.27	70.8	270	70	0.0175	32
		CA1 - CA1.1	2.72	5.1	45	5.26	0.0175	8.1
		CA1 - CA2	28.43	65.7	175	35	0.0175	3
		CA2 - CA2.1	2.58	6	45	5.26	0.0175	9.1
		CA2 - CA3	25.83	59.7	175	35	0.0175	11
		CA3 - CA3.1	5.69	13.2	45	8.37	0.0175	12.8
		CA3 - CA4	20.07	46.5	175	35	0.0175	4
		CA4 - CA4.1	5.50	14.6	90	13.3	0.0175	9.4
		CA4 - CA5	14.56	31.9	175	35	0.0175	5.7
		CA5 - CA5.1	5.78	11.9	45	8.37	0.0175	9.5
		CA5 - CA6	8.77	20	175	35	0.0175	7
		CA6 - CA6.1	4.97	11	175	8.37	0.0175	7
		CA6 - CA7	3.81	9	175	35	0.0175	3.6
		CA7 - CA7.1	3.80	9	45	8.37	0.0175	9.6
		CA7 - CA8	3.30	7	175	35	0.0175	3.6
		CA8 - CA8.1	3.30	7	45	8.37	0.0175	8.5
<b>C - CB1</b>	<b>FC</b>	<b>77</b>	27.82	106.5	270	70	0.0175	7.1
		CB1 - CB1.1	8.91	26	90	13.3	0.0175	7.5
		CB1 - CB2	18.88	80.5	175	35	0.0175	10.5
		CB2 - CB2.1	3.65	6	45	5.26	0.0175	9.1
		CB2 - CB3	20.78	74.5	175	35	0.0175	9.9
		CB3 - CB3.1	20.61	52	90	13.3	0.0175	14.6
		CB3 - CB4	6.32	22.5	175	35	0.0175	10.7
		CB4 - CB4.1	5.96	14.5	65	8.37	0.0175	9
		CB4 - CB5	2.24	8	175	35	0.0175	10.4
		CB5 - CA5.1	2.91	8	65	8.37	0.0175	13.3
<b>B - D</b>	<b>FC</b>	<b>76</b>	23.19	86.4	251	50	0.0175	37.8
		D - DA	5.04	19.4	175	35	0.0175	26.8
		DA - DA1	4.17	10.7	45	8.37	0.0175	4.2
		DA - DA2	2.45	8.7	45	8.37	0.0175	41.9
		DA2 - DA2.1	3.21	8.7	20	3.31	0.0175	3.5
		D - DB	6.73	19	90	13.3	0.0175	7.7
		DB - DB1	3.66	9	20	3.31	0.0175	10



	DB - DB2	5.20	10	20	3.31	0.0175	7.7
D - DC		11.25	48	90	13.3	0.0175	1.3
	<b>DC - DC1</b>	12.54	40	90	13.3	0.0175	4.5
	DC1 - DC1.1	4.57	11	45	5.26	0.0175	9.4
	DC1 - DC1.2	11.91	29	45	8.37	0.0175	1.2
	<b>DC - DC2</b>	2.25	8	20	3.31	0.0175	9.4
	DC2 - DC2.1	2.21	6	20	3.31	0.0175	2.4
	DC2 - DC2.2	0.37	1	20	3.31	0.0175	1.5
	DC3 - DC3.1	0.36	1	20	3.31	0.0175	3.7
<b>B - E</b>		0.30	0.001	20	3.31	0.0175	15

## Anexo 15

### Análisis de eficiencia del sistema de distribución (Cableado)

**Tabla 18**

*Evaluación de pérdidas y temperatura de operación (°C) de las instalaciones eléctricas*

			R <sub>cable</sub> Ω	P <sub>p-cable</sub> kW	η <sub>cable</sub> %	α <sub>cond</sub>	T <sub>ambiente</sub> °C	T <sub>cond</sub> °C	P <sub>salida</sub> kW	
<b>A - B</b>			0.0011	0.22	1.00	0.58	30	50.20	83.30	
<b>B - C</b>	<b>FC</b>	<b>100</b>	0.0070	0.660	0.989	0.657	30	55.9	59.09	
<b>C - CA1</b>			0.0080	0.120	0.996	0.26	30	34.1	31.15	BUS C-A
		CA1 - CA1.1	0.0269	0.002	0.999	0.11	30	30.8	2.72	Botal 1
		CA1 - CA2	0.0015	0.019	0.999	0.38	30	38.5	28.41	
		CA2 - CA2.1	0.0303	0.003	0.999	0.13	30	31.1	2.58	Botal 2
		CA2 - CA3	0.0055	0.059	0.998	0.34	30	37.0	25.77	
		CA3 - CA3.1	0.0268	0.014	0.998	0.29	30	35.2	5.68	Escurreidor
		CA3 - CA4	0.0020	0.013	0.999	0.27	30	34.2	20.06	
		CA4 - CA4.1	0.0124	0.008	0.999	0.16	30	31.6	5.49	Botal 3
		CA4 - CA5	0.0029	0.009	0.999	0.18	30	32.0	14.55	
		CA5 - CA5.1	0.0199	0.008	0.999	0.26	30	34.2	5.77	Botal 4
		CA5 - CA6	0.0035	0.004	1.000	0.11	30	30.8	8.77	
		CA6 - CA6.1	0.0146	0.005	0.999	0.06	30	30.2	4.96	Botal 5
		CA6 - CA7	0.0018	0.000	1.000	0.05	30	30.2	3.80	
		CA7 - CA7.1	0.0201	0.005	0.999	0.20	30	32.4	3.80	Botal 6
		CA7 - CA8	0.0018	0.000	1.000	0.04	30	30.10	3.30	
		CA8 - CA8.1	0.0178	0.003	0.999	0.156	30	31.5	3.30	Botal 7
<b>C - CB1</b>	<b>FC</b>	<b>77</b>	0.0018	0.036	0.999	0.39	30.0	39.3	27.78	BUS C-B
		CB1 - CB1.1	0.0099	0.012	0.999	0.29	30	35.0	11.55	Descarnador
		CB1 - CB2	0.0053	0.061	1.295	0.46	30	42.7	24.44	
		CB2 - CB2.1	0.0303	0.002	0.999	0.13	30	31.1	4.74	Divididor
		CB2 - CB3	0.0050	0.049	1.296	0.43	30	40.9	26.93	
		CB3 - CB3.1	0.0192	0.092	0.996	0.58	30	50.0	26.65	Rebajadora
		CB3 - CB4	0.0054	0.005	1.298	0.13	30	31.0	8.20	
		CB4 - CB4.1	0.0188	0.007	0.999	0.22	30	33.0	7.73	Carpeteador
		CB4 - CB5	0.0052	0.001	1.298	0.05	30	30.1	2.91	
		CB5 - CA5.1	0.0278	0.003	0.999	0.12	30	30.9	3.77	Bomba de Vacío
<b>B - D</b>	<b>FC</b>	<b>76</b>	0.0132	0.171	0.993	0.34	30	37.1	23.02	
		D - DA	0.0134	0.009	1.314	0.11	30	30.7	6.62	
		DA - DA1	0.0088	0.002	1.000	0.24	30	33.4	5.48	Compresor 1
		DA - DA2	0.0876	0.011	1.310	0.19	30	32.2	3.21	

	DA2 - DA2.1	0.0185	0.002	0.999	0.44	30	41.4	4.22	Compresor 2
<b>D - DB</b>		0.0101	0.006	1.315	0.21	30	32.7	8.85	
	DB - DB1	0.0529	0.007	0.998	0.45	30	42.2	4.80	Bomba Hidráulica
	DB - DB2	0.0407	0.007	0.999	0.50	30	45.0	6.83	Resistencia Planchado
<b>D - DC</b>		0.0017	0.007	1.315	0.53	30	47.1	14.79	
	<b>DC - DC1</b>	0.0059	0.016	1.314	0.44	30	41.9	16.48	
	DC1 - DC1.1	0.0313	0.007	0.999	0.24	30	33.6	6.01	Extractor de Polvo
	DC1 - DC1.2	0.0025	0.004	1.000	0.64	30	54.9	15.66	Rodillos
	<b>DC - DC2</b>	0.0497	0.006	1.313	0.40	30	39.6	2.95	
	DC2 - DC2.1	0.0127	0.001	1.000	0.30	30	35.4	2.91	Extractor Polvo
	DC2 - DC2.2	0.0079	0.000	1.000	0.05	30	30.2	0.49	Rodillo 1
	DC3 - DC3.1	0.0196	0.000	1.000	0.05	30	30.2	0.48	Rodillo 2
<b>B - E</b>		0.0793	0.000	1.000	0.00	29	29.0	0.30	Equi. Auxiliares

## Anexo 16

### *Formato para mediciones*

Fecha de elaboración:

Ítem	Hora		Detalle de la actividad	Responsable	Denominación del equipó	Herramientas	Requisitos adicionales
	Inicio	Final					
1							
2							
3							
4							
5							

**Elaborado por**

.....

**Firma**

.....

**Fecha:** .....

**Aprobado por**

.....

**Firma**

.....

**Fecha:** .....

**Observaciones / Sugerencias:**

.....

.....

.....

**Anexo 17**  
*Análisis de eficiencia del transformador*

**Tabla 19**  
*Toma de datos del transformador*

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Potencia de Transformador S	250000 VA
Tensión Primario	10000 V
Tensión Secundario	400 V
Corriente Primario	14.4 A
Corriente Secundario	360.8 A
Perdidas en el Fierro $P_{fe}$	775 W
Perdidas en el Cobre $P_{Cu}$	3360 W

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C*

Se tomaron datos tanto de placa como de la ficha técnica del transformador, los cuales servirán para poder calcular las magnitudes de eficiencia y perdidas del transformador.

**Tabla 20**  
*Cálculos para previos para obtener potencias*

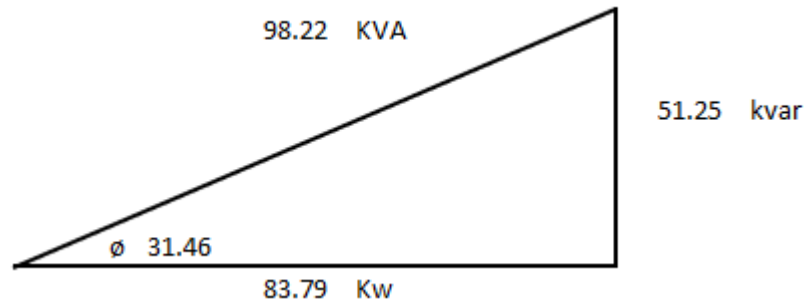
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Corriente Secundario en Operación $I_{2oper}$	138.00 A
$FP_{secu}$	0.853
Angulo Secundario $\varnothing_{sec}$	31.46
Índice de Carga en Operación $\alpha_{oper}$	0.38

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C*

Se muestran los valores calculados como el índice de carga que nos indica que el transformador está trabajando a un 38% de su capacidad; El factor de potencia nos indica una observación al mostrarnos un bajo factor de potencia lo que está ocasionando un gasto en el consumo de energía reactiva que debe ser compensada.

**Figura 2**

### Triangulo de potencias del transformador



Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C

Con la toma de datos de los recibos del consumo de energía correspondientes a un año (enero a diciembre 2022), se calcularon la potencia activa, reactiva y la potencia aparente. Estos datos son valores promedios de consumo por mes.

### Anexo 18

#### Cálculos del sistema de suministro

#### Tabla 21

Toma de datos del sistema para analizar la potencia reactiva

Descripción	Promedio Mes
Energía activa total	12,607 Kw-h/mes
Energía Reactiva (kVarh)	7,417 kvar-h/mes
Exc. Pot. Uso Redes Dist. FP	85 kw/mes
S mes KVA-h/mes	14,647 KVA-h/mes
Horas de operación al mes	148.17 h/mes

Fuente: Elaboración propia en base a los datos recopilados de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C

Se tomaron de enero a diciembre del 2012 los datos de los recibos de Consumo energético de la empresa con los cuales se estableció el triángulo de potencias el cual nos servirá para determinar el valor de la potencia reactiva necesaria a ser compensada con un banco de condensadores.

**Anexo 19***Valor de salvamento de los equipos a implementar*

	<b>Valor de Salvamento</b>		<b>Costo</b>	<b>Vida útil</b>
Descarnadora	Motor MARATHON 20 HP 1800 RPM 380	S/ 784.00	S/ 3,920.00	20
Extractor	Motor ABB 380V 1800RPM 15HP IE2	S/ 790.96	S/ 3,954.78	20
Rebajadora	Motor WEG 30 HP 4P3F 460 V High Efficiency	S/ 1,160.00	S/ 5,800.00	20
Condensadores	Banco de condensadores	S/ 2,499.24	S/ 12,496.20	20
	<b>Total</b>	<b>S/ 5,234.20</b>	<b>S/ 26,170.98</b>	

**Anexo 20***Cargo de la depreciación*

Motor MARATHON 20 HP 1800 RPM 380	<b>Dt 1</b>	S/. 156.80	<b>d implícito 1</b>	0.07732
Motor ABB 380V 1800RPM 15HP IE2	<b>Dt 2</b>	S/. 158.19	<b>d implícito 2</b>	0.07732
Motor WEG 30 HP 4P3F 460 V High Efficiency	<b>Dt 3</b>	S/. 232.00	<b>d implícito 3</b>	0.07732
Banco de condensadores	<b>Dt 4</b>	S/. 72.78	<b>d implícito 4</b>	0.07732

**Anexo 21**  
*Depreciación implícita de maquinaria y equipos*

**Depreciación implícita 1**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
303.09	279.66	258.03	238.08	219.67	202.69	187.02	172.56	159.22	146.91	135.55	125.07	115.40	106.47	98.24	90.65	83.64	77.17	71.20	65.70

**Depreciación implícita 2**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
305.78	282.14	260.32	240.20	221.62	204.49	188.68	174.09	160.63	148.21	136.75	126.18	116.42	107.42	99.11	91.45	84.38	77.85	71.84	66.28

**Depreciación implícita 3**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
448.45	413.78	381.78	352.27	325.03	299.90	276.71	255.31	235.57	217.36	200.55	185.05	170.74	157.54	145.36	134.12	123.75	114.18	105.35	97.21

**Depreciación implícita 4**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
966.20	891.49	822.56	758.96	700.28	646.13	596.18	550.08	507.55	468.30	432.10	398.69	367.86	339.42	313.17	288.96	266.62	246.00	226.98	209.43

**Depreciación Total**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
1,057.32	975.57	900.14	830.54	766.33	707.07	652.40	601.96	555.42	512.47	472.85	436.29	402.56	371.43	342.71	316.21	291.76	269.20	248.39	229.18



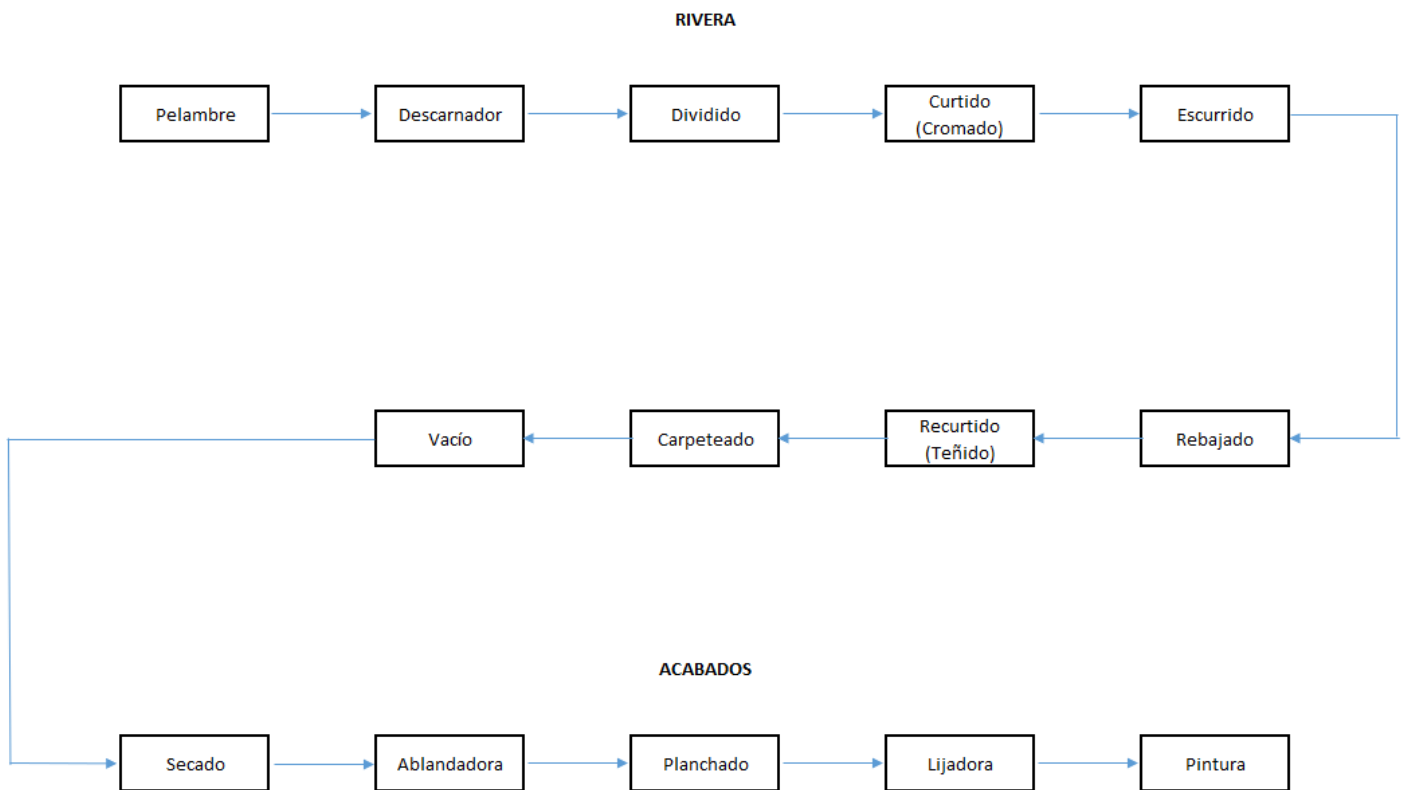
**Anexo 22**  
*Cronograma de pagos*

<b>Valor Actual</b>	S/. 26,170.98
<b>Forma de pago</b>	anual
<b>Número de pagos</b>	10
<b>Tasa de interés</b>	2.84%
<b>Cuota</b>	S/. 3,043.60
<b>Años de gracia</b>	<b>0</b>

<b>Periodo</b>	<b>Principal</b>	<b>Cuota</b>	<b>Intereses</b>	<b>Amortización</b>
<b>0</b>	S/. 26,170.98			
<b>1</b>	S/. 23,871.58	S/ 3,043.60	S/. 744.20	S/. 2,299.40
<b>2</b>	S/. 21,506.79	S/ 3,043.60	S/. 678.82	S/. 2,364.79
<b>3</b>	S/. 19,074.76	S/ 3,043.60	S/. 611.57	S/. 2,432.03
<b>4</b>	S/. 16,573.58	S/ 3,043.60	S/. 542.41	S/. 2,501.19
<b>5</b>	S/. 14,001.26	S/ 3,043.60	S/. 471.29	S/. 2,572.31
<b>6</b>	S/. 11,355.80	S/ 3,043.60	S/. 398.14	S/. 2,645.46
<b>7</b>	S/. 8,635.12	S/ 3,043.60	S/. 322.92	S/. 2,720.69
<b>8</b>	S/. 5,837.06	S/ 3,043.60	S/. 245.55	S/. 2,798.05
<b>9</b>	S/. 2,959.45	S/ 3,043.60	S/. 165.98	S/. 2,877.62
<b>10</b>	S/. 0.00	S/ 3,043.60	S/. 84.16	S/. 2,959.45
				S/. 26,170.98

## Anexo 23

### Flujograma de curtiembre y servicios libertad



# Anexo 24

## Certificado de calibración analizador de redes Fluke 435

Laboratorio de Metrología

**PromeCal**  
Centro de Calibración de Instrumentos de Medición Eléctrica

### Certificado de Calibración N° 0763-CE-22

PROMECA S.A.C.  
Laboratorio de Calibración  
Av. Guillermo Dansey 1094 Urb. Lima Industrial -Lima

Orden de Servicio: 001-0008255

Solicitante: TERMOAUTOMÁTICA SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.  
Dirección: CAL. ROSARIO CERNA NRO. 44 SEC. PARTE ALTA (A 3 CUAD. DEL ESTADIO) LA LIBERTAD - ASCOPE - CASA GRANDE

Instrumento: ANALIZADOR DE REDES TRIFÁSICO  
Marca: FLUKE  
Modelo: 435-II  
Número de Serie: 23393104  
Fecha de Calibración: 2022-09-16  
Fecha de Emisión: 2022-09-16

#### Procedimientos de Referencia:

La calibración en la función de tensión eléctrica se realizó siguiendo como referencia el procedimiento PC-021-Segunda Edición-Marzo 2016 "Procedimiento para calibración de Multimetros Digitales-INACAL".  
La calibración en la función de corriente eléctrica se realizó siguiendo como referencia el procedimiento PC-025-Primera Edición-Enero 2019 "Procedimiento para calibración de Pinzas Amperimétricas-INACAL".


#### Condiciones Ambientales:

Temperatura	20,60 °C	±	0,10 °C
Humedad Relativa	48,7 %hr	±	1,2 %hr

#### Trazabilidad:

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a patrones nacionales, en concordancia con el sistema internacional de Unidades de Medida (SI).

TRAZABLE	PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO
Patrón de INACAL - DM	Calibrador Multifunción FLUKE 5522A	LE-132-2022

  
ANGELLO REYES ANTÓN  
Metrólogo



#### Observaciones:

La calibración se realizó en las instalaciones de PROMECA S.A.C. en el laboratorio de electricidad.  
Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.  
PROMECA S.A.C. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.  
El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.  
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva.  
Se utilizó la bobina Fluke 52120A/COIL 6kA y el Amplificador de Transconductancia Fluke 52120A en el proceso de calibración para la función de Corriente eléctrica y Potencia eléctrica.  
Para el parámetro de Potencia Eléctrica no aplican los procedimientos mencionados.  
Este certificado de calibración solo puede ser difundido en su totalidad y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de PROMECA S.A.C.  
Certificados sin firma y sello carecen de validez.

#### Incertidumbre:

La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre estándar combinada (u) por un factor de cobertura (k). Aproximadamente se expresa un factor  $k=2$ , fue determinada según "La guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición" (1995). Generalmente el valor de la magnitud de la medición está dentro del intervalo de los valores asignados con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Av. Guillermo Dansey Nro. 1094 (3er Piso) Lima - Lima - Lima  
Central: 715 4250 - Celular: 945 289 488  
E-mail: calibraciones@promecal.com.pe

## Certificado de Calibración N° 0763-CE-22

## Resultados de Medición

TENSIÓN ELÉCTRICA ALTERNA				
Rango del Instrumento	Indicación del Instrumento	Valor Aplicado	Error de Medición	Incertidumbre
1000 V @ 60 Hz V(A) - V(N)	900,43 V	900,01 V	0,42 V	0,25 V
1000 V @ 60 Hz V(B) - V(N)	900,21 V	900,01 V	0,20 V	0,25 V
1000 V @ 60 Hz V(C) - V(N)	900,38 V	900,01 V	0,27 V	0,25 V
1000 V @ 60 Hz V(A) - V(B)	900,36 V	900,01 V	0,35 V	0,25 V
1000 V @ 60 Hz V(C) - V(A)	900,44 V	900,01 V	0,43 V	0,25 V
1000 V @ 60 Hz V(C) - V(B)	900,26 V	900,01 V	0,25 V	0,25 V

CORRIENTE ELÉCTRICA ALTERNA				
Rango del Instrumento	Indicación del Instrumento	Valor Aplicado	Error de Medición	Incertidumbre
6000 A @ 60 Hz I(N)	603 A	600,0 A	3,0 A	4,0 A
Fluke H30-FLEXI-TF S/N: 231300175-256271	1809 A	1800 A	9 A	11 A
	3015 A	3000 A	15 A	17 A
	4221 A	4200 A	21 A	24 A
	5438 A	5400 A	28 A	30 A
6000 A @ 60 Hz I(A)	602 A	600,0 A	2,0 A	4,0 A
Fluke H30-FLEXI-TF S/N: 231300173-256271	1806 A	1800 A	6 A	11 A
	3012 A	3000 A	12 A	17 A
	4216 A	4200 A	16 A	24 A
	5421 A	5400 A	21 A	30 A
6000 A @ 60 Hz I(B)	602 A	600,0 A	2,0 A	4,0 A
Fluke H30-FLEXI-TF S/N: 231300177-256271	1805 A	1800 A	5 A	11 A
	3008 A	3000 A	8 A	17 A
	4211 A	4200 A	11 A	24 A
	5414 A	5400 A	14 A	30 A
6000 A @ 60 Hz I(C)	602 A	600,0 A	2,0 A	4,0 A
Fluke H30-FLEXI-TF S/N: 231300178-256271	1808 A	1800 A	8 A	11 A
	3011 A	3000 A	11 A	17 A
	4216 A	4200 A	16 A	24 A
	5421 A	5400 A	21 A	30 A

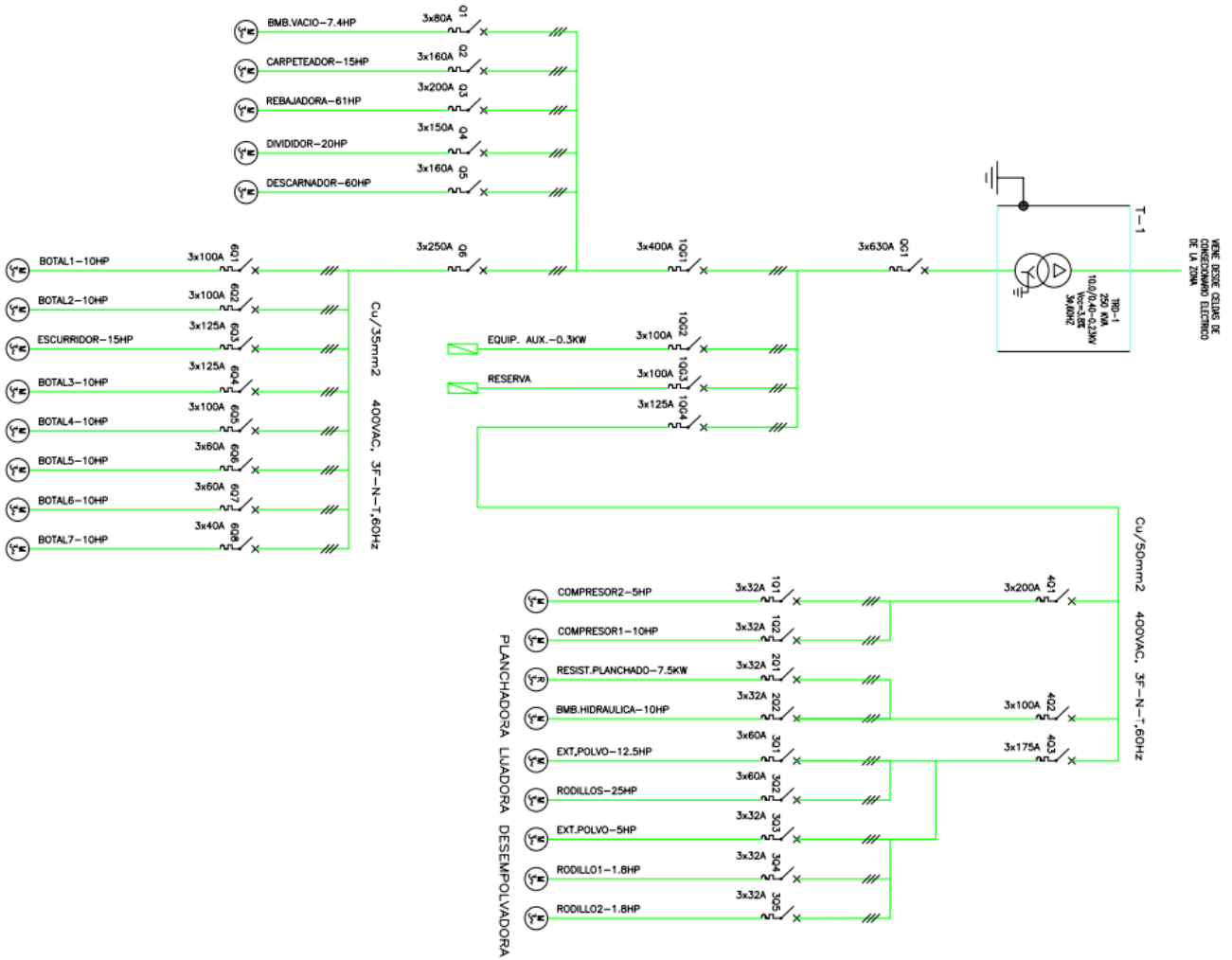
POTENCIA ELÉCTRICA ALTERNA				
Rango del Instrumento	Indicación del Instrumento	Valor Aplicado	Error de Medición	Incertidumbre
6000 kW @ 60 Hz V(A) - I(A)	543,4 kW	540,000 kW	3,394 kW	0,0073 kW
S/N: 231300173-256271	2711 kW	2700,030 kW	10,970 kW	0,031 kW
	4880 kW	4860,054 kW	19,946 kW	0,055 kW
6000 kW @ 60 Hz V(B) - I(B)	541,1 kW	540,000 kW	1,090 kW	0,0073 kW
S/N: 231300177-256271	2707 kW	2700,030 kW	6,970 kW	0,031 kW
	4873 kW	4860,054 kW	12,946 kW	0,055 kW
6000 kW @ 60 Hz V(C) - I(C)	542,1 kW	540,000 kW	2,090 kW	0,0073 kW
S/N: 231300178-256271	2711 kW	2700,030 kW	10,970 kW	0,031 kW
	4879 kW	4860,054 kW	18,946 kW	0,055 kW

FIN DEL DOCUMENTO



# Anexo 25

## Diagrama Eléctrico Unifilar



SIMBOLOGIA		DESCRIPCION	
	PUERTA A TIERRA		
	BIENNA PARA CONTACTOR		
	INTERRUPTOR DE PROTECCION TERMO MAg. BUC		
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (VER ESPECIFICACIONES TECNICAS)		
	CONTACTOR		
	MOTOR ELECTRICO TRAFASCO		
	RESISTENCIA CALIENTIVA TRAFASCO		

CONTROL DE CAMBIOS					
N°	DESCRIPCION	ORDEN	REALIZADO	FECHA	OTRO
A1	PARA APROBACION				

<b>INDICACIONES:</b> REPRESENTACION DE UNIDAD: X	
<b>CURTIENTRE &amp; SERVICIOS LIBERTAD SAC</b>	
DIRECCION: PARQUE INDUSTRIAL TRUJILLO DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	
<b>TITULO: DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL</b>	
ACTUADO: ROGER M. QUISPE DISEÑO: ROGER M. QUISPE REVISADO: ROGER M. QUISPE FECHA: 28/06/2023 FECHA: 29/06/2023 FECHA: 02/07/2023	PROFESIONAL RESPONSABLE: INGENIERO ELECTRICISTA <b>IE-01</b> INGENIERO ELECTRICISTA
COD. PROYECTO: COD. AREA: INDICADA: PROMITO: A1	PLANO N°: <b>IE-01</b> INGENIERO ELECTRICISTA

## **Anexo 26**

### *Autorización de uso de información*

Trujillo, 20 de abril de 2023

Señor (a):

**Rodríguez Verde Rosa Yolanda**

**Gerente de la empresa CURTIEMBRE & SERVICIOS LIBERTAD S.A.C**

Presente.-

Es grato dirigirme a usted para saludarla, y a la vez manifestarle que dentro de mi formación académica en la experiencia curricular de investigación del X ciclo, se contempla la realización de una investigación con fines de obtención de mi título profesional al finalizar mi carrera.

En tal sentido, considerando la relevancia de su organización, solicito su colaboración, para que pueda realizar mi investigación en su representada y obtener la información necesaria para poder desarrollar la investigación titulada: "Propuesta de una Auditoría Energética para mejorar la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Empresa Curtiembre Libertad S.A.C". En dicha investigación me comprometo a mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa, salvo que se crea a bien su socialización.

Se adjunta la carta de autorización de uso de información y publicación, en caso que se considere la aceptación de esta solicitud para ser llenada por el representante de la empresa.

Agradeciéndole anticipadamente por vuestro apoyo en favor de mi formación profesional, hago propicia la oportunidad para expresar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



**Roger Miguel Quispe Genóves**  
DNI 41097618



## AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo Rosa Yolanda Rodríguez Verde.....  
(Nombre del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)  
identificado con DNI 18220510, en mi calidad de Gerente.....  
(Nombre del puesto del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)  
del área de Administración.....  
(Nombre del área de la empresa)  
de la empresa Curtiembre & Servicios Libertad S.A.C.....  
(Nombre de la empresa)  
con R.U.C N° 20482650491, ubicada en la ciudad de Trujillo .....

### OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor(a, ita.) Roger Miguel Quispe Genovés.....  
(Nombre completo del o los estudiantes)  
Identificado(s) con DNI N° 41097618....., de la ( ) Carrera profesional Ingeniería Mecánica  
Eléctrica, para que utilice la siguiente información de la empresa:  
Recibos de consumo de energía eléctrica, consumo de pieles, datos de las máquinas y equipos  
ubicados dentro de las instalaciones de la  
empresa.....  
(Detallar la información a entregar)

con la finalidad de que pueda desarrollar su ( ) Informe estadístico, ( ) Trabajo de Investigación,  
(X) Tesis para optar el Título Profesional.

(X) Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

( ) Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o  
(X) Mencionar el nombre de la empresa.

CURTIEMBRE & SERVICIOS LIBERTAD S.A.C



ROSA YOLANDA RODRIGUEZ VERDE

Firma y sello del Representante Legal

DNI: 18220510

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.



Firma del Estudiante

DNI: 41097618

## Anexo 27

### Índice similitud en turnitin

#### Revision Final

##### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>15%</b>	<b>14%</b>	<b>5%</b>	<b>2%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

##### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.unap.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>FC INGENIERIA Y SERVICIOS AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "DAP de la Planta de Curtido y Adobo de Pieles-IGA0003228", R.D. N° 456-2015-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020</b> Publicación	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>dokumen.pub</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>www.coursehero.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

repositorio.utc.edu.ec



---

# Revision Final

*por* ROGER MIGUEL QUISPE GENOVES

---

**Fecha de entrega:** 08-jul-2023 08:30p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2128272856

**Nombre del archivo:** 63223\_ROGER\_MIGUEL\_QUISPE\_GENOVES\_Revision\_Final\_2136301\_852447139.docx  
(306.35K)

**Total de palabras:** 10672

**Total de caracteres:** 56271

**Anexo 28**  
*Tablero principal*



## Anexo 29

Otras imágenes





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SOVERO LAZO NELLY ROXANA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Propuesta de gestión energética para mejorar la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Empresa Curtiembre Libertad S.A.C", cuyo autor es QUISPE GENOVES ROGER MIGUEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 12 de Julio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SOVERO LAZO NELLY ROXANA <b>DNI:</b> 20048561 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5688-2258	Firmado electrónicamente por: NRSOVEROS el 20- 07-2023 10:49:55

Código documento Trilce: TRI - 0587738