



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA ENERGÍA  
ELÉCTRICA EN LA EMPRESA PLANET MOTOR'S  
S.A.C.**

Para Optar el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Mecánica  
Eléctrica

**Autor:**

**Rivera Vento Jorge Luis Vicente**

**Romero Ruiz Willian Dany**

**Asesor:**

**Mg. Ing. Alvarado Silva Carlos Alexis**

**Línea de la Investigación:  
Gestión de la Energía**

**Pimentel – Perú  
2020**

# **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA PLANET MOTOR'S S.A.C.**

Aprobación del proyecto

---

Mg. GASTIABURU MORALES SILVIA YVONE

**Presidente**

---

Mg. VIVES GARINIQUE JUAN CARLOS

**Secretario**

---

Mg. ALVARADO SILVA CARLOS ALEXIS

**Vocal**

## **Dedicatoria**

Dedicado a todas aquellas personas que fueron motivo para el desarrollo de este trabajo de investigación. Particularmente a la empresa PLANET MOTOR´S S.A.C. por facilitarnos información que sirvió de ayuda para el procesamiento de datos.

*Rivera Vento Jorge Luis Vicente y Romero Ruiz  
Willian Dany*

## **Agradecimiento**

A Dios y a mis padres por el apoyo incondicional para llevar a cabo esta investigación.

*Rivera Vento Jorge  
Luis Vicente*

A Dios Padre por todo lo obtenido, a mis padres, hermanos, docentes y amigos que me impulsaron para el desarrollo de este estudio.

*Romero Ruiz Willian  
Dany*

## **Resumen**

Se efectuó un diagnóstico de la eficiencia eléctrica en las máquinas eléctricas de la empresa PLANET MOTOR'S S.A.C. para evaluar el consumo energético, la eficiencia mecánica, eficiencia teórica, pérdidas de energía y dar alternativas de solución para minimizar el consumo de energía eléctrica.

Es una investigación de carácter descriptiva, sin embargo, puede ser aplicativa si así lo amerita la empresa puesto que, según el estudio realizado las pérdidas van a disminuir proporcionando ahorro económico y energético.

Se calculó un ahorro aproximado de S/. 8741.28 nuevos soles al año, lo cual es aceptable por los ingresos de la empresa.

## **Palabras Clave**

Calidad de energía eléctrica, eficiencia mecánica, factor de potencia.

## **Abstract**

An electric efficiency diagnosis was made on the electric machines owned by PLANET MOTOR'S S.A.C, in order to evaluate energetic consumption, mechanic efficiency, theoretic efficiency, energy losses, and to make alternate solutions to minimize electric energy consumption.

It is an investigation of a descriptive nature, but it can also be applicative if the company requires it to be. This is because, according to the studies made, the losses will diminish which will provide economic and energetic savings.

Savings were calculated to be approximately S/. 8741.28 nuevos soles per year, which is acceptable based on the company's income.

## **Keyword**

Electric energy quality ,mechanical efficiency, power factor.

## ÍNDICE

Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento .....	iv
Resumen .....	v
Abstrac.....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Realidad Problemática.....	2
1.2. Antecedentes de Estudio.....	3
1.3. Teorías Relacionadas al Tema.....	4
1.3.1. Eficiencia Energética.....	4
1.3.2. Diagnóstico Energético.....	5
1.3.2.1. Etapas para un diagnóstico energético.....	5
1.3.2.2. Eficiencia Energética Eléctrica.....	8
1.3.3. Gestión de la Energía.....	8
1.3.4. Gestión Energética Eléctrica .....	9
1.3.5. Tarifario Eléctrico.....	9
1.3.6. Términos en Facturación .....	11
1.3.6.1. Usuarios en Media Tensión y Baja Tensión.....	11
1.3.6.2. Potencia Instalada, Potencia Conectada, Potencia Contratada .....	12
1.3.6.3. Calificación tarifaria.....	12
1.3.6.4. Cargos aplicables en facturación .....	12
1.3.7. Opciones Tarifarias.....	12
1.3.8. Parámetros de Calidad de Energía.....	16
1.3.9. Perturbaciones, Efectos, Clasificación, Indicadores de Calidad y Tolerancias.....	16
1.3.11. Motores de Corriente Alterna.....	21

1.3.12. Las Máquinas de Soldar .....	28
1.3.13. Control del Factor de Potencia .....	30
1.3.14. Consumos .....	35
1.3.15. Flujograma.....	36
1.3.16. Demanda.....	37
1.3.17. Mantenimiento.....	37
1.3.18. Normativa.....	37
1.4. Formulación del Problema.....	43
1.5. Justificación e Importancia de Estudio.....	43
1.5.1. Justificación Ambiental .....	43
1.5.2. Justificación Social.....	43
1.5.3. Justificación Económica.....	43
1.5.4. Justificación Científica .....	44
1.5.5. Justificación Técnica .....	44
1.6. Hipótesis .....	44
1.7. Objetivos.....	44
II. MATERIAL Y MÉTODO.....	47
2.1. Tipo y Diseño de la Investigación .....	47
2.2. Población y Muestra .....	47
2.3. Variables, Operacionalización.....	47
2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	47
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	51
2.6. Criterios Éticos .....	51
2.7. Criterios de Rigor Científico .....	52
III. RESULTADOS .....	55
3.1. Resultados en Tablas y Figuras .....	55
3.2. Costos .....	80
3.3. Discusión de Resultados.....	81
3.4. Aporte Práctico.....	84
CONCLUSIONES.....	87

RECOMENDACIONES .....	88
REFERENCIAS .....	89
ANEXOS .....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Parte del sistema de potencia .....	10
Figura 2. Curvas de demanda en HP y HFP .....	11
Figura 3. Comportamiento del Flicker respecto al tiempo .....	17
Figura 4. Corriente armónica.....	18
Figura 5. Comparación de ondas sinusoidales.....	19
Figura 6. Deformación de la onda sinusoidal .....	20
Figura 7. Motor de corriente alterna.....	22
Figura 8. Eficiencia según la IEC 60034-30.....	27
Figura 9. Ahorro energético según la eficiencia.....	28
Figura 10. Máquina de soldar MIG/MAG.....	29
Figura 11. Máquinas de soldar TIG.....	30
Figura 12. Ángulo de factor de potencia .....	31
Figura 13. Triángulo de potencia.....	31
Figura 14. Representación de la potencia.....	34
Figura 15. Eficiencia energética en los sistemas de iluminación .....	39
Figura 16. Eficiencia energética en motores AC .....	39
Figura 17. Multímetro digital .....	49
Figura 18. Amperímetro digital .....	49
Figura 19. Variador de tensión .....	50
Figura 20. Cámara termográfica.....	50
Figura 21. Comparación de consumo actual vs el consumo proyectado.....	82
Figura 22. Pérdidas de potencia en kW actual vs proyectada .....	83
Figura 23. Pérdidas en kW entre los motores actuales y los proyectados .....	83
Figura 24. Pérdidas en kW .....	84
Figura 25. Placa característica del motor de la tronadora.....	118
Figura 26. Motor del compresor de aire .....	118
Figura 27. Motor de taladro de banco.....	119

Figura 28. Motor del esmeril .....	119
Figura 29. Adquisición de datos .....	120
Figura 30. Toma de datos a través del amperímetro.....	120
Figura 31. Selección de motores según la IEC 60034-30.....	121
Figura 32. Temperatura del motor del compresor de aire .....	122
Figura 33. Temperatura del motor de la prensa excéntrica .....	123
Figura 34. Toma de temperatura.....	124
Figura 35. Ficha técnica de las máquinas de soldar .....	125

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Opciones Tarifarias en MT.....	14
Tabla 2. Opción tarifaria en BT.....	15
Tabla 3. Potencia de motores.....	23
Tabla 4. Operacionalización de la variable de investigación .....	47
Tabla 5. Operacionalización.....	48
Tabla 6. Inventario de la maquinaria de la empresa PLANET MOTOR ´S SAC .....	55
Tabla 7. Estado actual.....	56
Tabla 8. Comparación de Corrientes .....	57
Tabla 9. Horas de uso diario aproximado.....	58
Tabla 10. Promedio mensual aproximado de uso de cada máquina .....	59
Tabla 11. Consumo de cada maquinaria de la empresa.....	60
Tabla 12. Eficiencias según la IECC 60034-30.....	61
Tabla 13. Tabla de intensidades comparativas .....	62
Tabla 14. Resumen de la potencia.....	63
Tabla 15. Comparación de RPM .....	64
Tabla 16. Comparación de velocidades.....	65
Tabla 17. Deslizamiento.....	66
Tabla 18. Factor de carga .....	66
Tabla 19. Potencia de salida .....	67
Tabla 20. Eficiencia mecánica de los motores de la empresa .....	68
Tabla 21. Pérdidas de potencia.....	69
Tabla 22. Consumo de energía .....	70
Tabla 23. Potencia total en kW.....	71
Tabla 24. Consumo total por mes (h).....	72
Tabla 25. Consumo de energía total (kWh).....	73
Tabla 26. Consumo eléctrico-costo .....	74
Tabla 27. Potencias demandadas para motores IE2 e IE3 .....	75

Tabla 28. Eficiencia mecánica según en motores IE2 e IE3 .....	76
Tabla 29. Potencia de salida para motores IE2 e IE3 .....	76
Tabla 30. Consumo estimado para motores IE2 e IE3 .....	77
Tabla 31. Pérdida de potencia mediante la IE2 e IE3.....	78
Tabla 32. Datos de potencia, consumo y costo calculada mediante IE2 e IE3 .....	79
Tabla 33. Consumo eléctrico estimado.....	80
Tabla 34. Adquisición de motores.....	80
Tabla 35. Ejecución de mantenimiento de los motores .....	81
Tabla 36. Registro de maquinarias .....	113
Tabla 37. Registro de datos .....	113

# **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

En estudio realizado por la empresa PROCOBRE, se afirma que la mayoría de las instalaciones eléctricas residenciales derrochan (pérdidas) un 20% o más de la energía que se adquiere de las empresas concesionarias de distribución de energía eléctrica, debido a una mala selección y operación inadecuada de los equipos y sistema de distribución de electricidad. así mismo, en el sector industrial se calcula que cerca del 35% de la energía utilizada para el consumo eléctrico, es derrochada y/o mal utilizada.(Bustamante & Salas, 2018)

Las diversas industrias generalmente presentan problemas de eficiencia energética, tal es el caso de la empresa Backus que en el año 2015 presentaba un consumo de energía eléctrica muy elevado, teniendo como indicador un valor de 8.4 KWh de cerveza envasada.(González, 2015)

Otro caso se citó en la planta procesadora de arroz El lirio, cuya problemática se ve reflejada en el considerable consumo de energía eléctrica que se viene suscitando durante mucho tiempo y que hasta la fecha cuenta con un suministro en media tensión y un consumo promedio mensual de 25 021,6368 Wh lo cual es excesivo considerando que el consumo máximo debe bordear los 20 kWh aproximado.(Díaz, 2018)

Debido a las causas anteriormente mencionadas, surge la necesidad de realizar una mejora en la compensación reactiva.

En la actualidad, en nuestro país están surgiendo pequeñas industrias dando auge a solicitudes de energía eléctrica ya sea en media o baja tensión. Tal es el caso de la empresa Planet Motor's S.A.C. ubicada en el distrito de José Leonardo Ortiz provincia de Chiclayo-Lambayeque. Sin embargo, en muchas ocasiones por desconocimiento no realizan la selección de la mejor opción tarifaria conllevando de esta manera a realizar pagos elevados por el consumo de la energía eléctrica.

## 1.2. Antecedentes de Estudio

Malama et all (2015) en su investigación A COMPARATIVE ANALYSIS OF ENERGY USAGE AND ENERGY EFFICIENCY BEHAVIOR IN LOW -AND HIGH- INCOME HOUSEHOLDS: THE CASE OF KITWE, ZAMBIA realizaron un estudio sobre el cuidado y el mantenimiento que se debe dar a los diferentes equipos eléctricos para evitar pérdidas y consumos excesivos de energía eléctrica. Llegaron a la conclusión que cuantos más equipos obsoletos existan en funcionamiento mayores serán las pérdidas de energía eléctrica. Por ejemplo, al realizar el cambio de los sistemas de iluminación incandescentes por los ahorradores, se generará un ahorro tanto energético como económico evitando el consumo excesivo de electricidad.

González, Pavas & Sánchez (2017) en su investigación realizada QUANTIFICATION OF ELECTRICAL ENERGY SAVINGS IN RESIDENTIAL CUSTOMERS THROUGH DEMAND MANAGEMENT STRATEGIES realizaron un estudio involucrando a zonas residenciales con la finalidad de verificar el consumo de electricidad. Concluyen que al aplicar estrategias adecuadas se puede minimizar el consumo de energía eléctrica respecto al consumo base. Indican que los equipos y la tecnología obsoleta inciden en el mal consumo de electricidad conllevando a pérdidas y gastos en el proceso de producción.

Hedman (2016) en su investigación ENERGY-EFFICIENT CITY PLANNING establece que para que exista un estudio de eficiencia energética debemos seguir etapas y procesos cuyos objetivos principales serán disminuir los consumos innecesarios de electricidad. Al realizar la rotación (cambio) de equipos cuya vida útil está por culminar se logrará maximizar la credibilidad en el ahorro energético.

Fiestas (2011) en su investigación titulada AHORRO ENERGÉTICO EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE PIURA - CAMPUS PIURA, tuvo como marco principal presentar los fundamentos teóricos y normativos del ahorro energético y gestión tarifaria mediante una auditoría energética evaluando la rentabilidad de un proyecto de ahorro energético mediante una evaluación económica. y los resultados obtenidos son: mejora de

rendimiento en equipos, mejora de rendimiento en las instalaciones eléctricas y la utilización racional de los equipos llegando a una reducción de aproximadamente 4844 soles por mes lo que representa una reducción de 17,93% de los costos, se recomienda su ejecución debido al ahorro del consumo de energía eléctrica.

Brown & Charcopa (2009) en su investigación titulada AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO ESMERALDA DEL POLIDUCTO ESMERALDAS-QUITO, donde sus objetivos fueron realizar una auditoría energética, donde los resultados obtenidos fueron que para una evaluación cuantitativa y cualitativa de cualquier planta industrial se necesita contar con la mayor cantidad de datos energético pero no se hace el estudio de costos.

Gómez (2013) en su investigación titulada PROPUESTA PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO DE LA EMPRESA DURMAN ESQUIVEL GUATEMALA S.A., concluye que en muchos de los casos el diagnóstico energético no estará definida. Para realizar una auditoría energética existen etapas que son indispensables para la obtención de resultados, por ejemplo: investigaciones previas, historial del consumo energético, elección de las medidas económicas y finalmente, la aplicación de las acciones.

### **1.3. Teorías Relacionadas al Tema**

#### **1.3.1. Eficiencia Energética**

Es la utilización adecuada de la energía sea cual fuese su forma de generación. Entonces, una instalación o equipo que goza de eficiencia energética va a consumir una cantidad de energía inferior al límite de consumo para efectuar una determinada actividad.

La obsolescencia tecnológica ligada al uso de dispositivos, artefactos o máquinas electromecánicas no eficientes dan posibilidad a realizar una gestión de demanda con la finalidad de sustituir e incorporar nuevas tecnologías.

La eficiencia energética implica cambios que tienen como propósitos la reducción de energía utilizada para diversas actividades tanto productivas como de servicios, sin que estas afecten el nivel de actividad productiva, la calidad ni la seguridad de los procesos.(Pérez, 2014)

El crecimiento poblacional ligado al aumento del número de viviendas, es un punto base del crecimiento en el consumo energético. Por otro lado, la electrificación rural es otro factor que impulsa el consumo de la electricidad.

### **Ventajas**

- Ahorro de energía eléctrica.
- Ahorro económico en el consumo por kWh.
- Mejora en la producción.
- Reducción de la contaminación ambiental.

### **Desventajas**

- Se establece la obsolescencia programada, que es la vida útil establecida por las empresas ante un determinado artefacto o máquina.
- Baja aceptación por las grandes industrias generadoras de energía ya que se reduce el consumo de electricidad.

## **1.3.2. Diagnóstico Energético**

El diagnóstico energético constituye una de las herramientas más importante que nos permite analizar el uso de la energía eléctrica utilizada para el desarrollo de su proceso productivo es así que se puede tener una idea clara de las principales áreas consumidoras y en qué parte del proceso productivo se desperdicia energía.

### **1.3.2.1. Etapas para un diagnóstico energético.**

- a) Recopilación de información

El propósito es la verificación de los ambientes de la empresa para conocer de manera detallada el proceso productivo, las herramientas, los equipos, la maquinaria y las fuentes de energía utilizadas. Con esta etapa se logrará recopilar información respecto a las características de la empresa.

#### b) Facturación de energéticos

La información preliminar es facilitada por la empresa competente que consiste en adquirir las facturaciones energéticas del consumo eléctrico de los últimos doce meses, así como también, las peculiaridades del suministro eléctrico y el tarifario eléctrico.

#### c) Recorrido de las instalaciones

Esta etapa (también llamada peculiarmente como visita técnica) se ejecuta con la finalidad de revisar aspectos claves que se podrían convertir en puntos importantes para el ahorro de energía. Con esto se elaborará un inventario y situar los equipos consumidores de energía. Al finalizar se logrará lo siguiente:

- Inventario de los equipos eléctricos y electromecánicos.
- Ubicación de estos equipos en el ambiente de trabajo.
- Revisión de los circuitos eléctricos de la planta.
- Inspección de los diferentes equipos y maquinarias de la empresa.
- Precisar los parámetros a medir: tensión, corriente, potencia, etc.

#### d) Realizar mediciones

Después de seleccionar los puntos y equipos que demandan de mayor consumo de energía se realizará la adquisición de datos haciendo uso de los diferentes instrumentos de medición. Esta etapa permite identificar si los equipos consumidores de energía están trabajando de manera adecuada, es decir, si consumen adecuadamente o existen pérdidas de energía.

Finalmente, se recopila información como el diagrama de carga, el factor de potencia, demanda máxima de potencia (kW), máxima demanda en energía activa (kWh) y reactiva (kVArh).(Ramos, 2018)

e) Evaluación de registros y líneas base energética

Al realizar la campaña de mediciones, se adquieren registros que son evaluados, validados y analizados con la finalidad de verificar la veracidad de datos y descartar datos irreales. Con esto se obtiene:

- Consumo real de los diferentes equipos que generan consumo de energía.
- Calidad energética de los equipos de la empresa.
- Calidad de la energía.
- Deficiencias en los circuitos eléctricos de la empresa.
- Reconocer los malos procedimientos de consumo de la energía eléctrica.

f) Identificación de mejoras en eficiencia energética

Mediante este paso logramos reconocer las diversas opciones de mejora, tomando en cuenta el potencial de ahorro de energía, los equipos críticos y las diversas recomendaciones técnicas de mejora.(Díaz, 2018)

Así pues, obtendremos:

- Listado de equipos e instrumentos consumidores de energía.
- Diagrama de flujo de procesos de la empresa.
- Diagrama de carga del consumo de energía de la empresa.
- Oportunidades para mejorar el consumo de electricidad (sustitución o cambio de algunos equipos).

#### g) Evaluación técnica de las mejoras planteadas

En esta etapa se evalúan los aspectos técnicos, económicos, costo y viabilidad de la implementación. Se proponen mejoras para disminuir el consumo innecesario de energía eléctrica.

#### **1.3.2.2. Eficiencia Energética Eléctrica**

Está enmarcada en reducir la potencia activa, reactiva y aparente; y, las energías (kWh y kVAr) devueltas al sistema eléctrico, sin llegar a afectar las diferentes actividades industriales.

El objeto principal es el ahorro de energía manteniendo sin perjudicar la eficiencia productiva. Así mismo, una instalación eléctrica adecuada permitirá la minoración de costes técnicos y económicos.

Al reducir los costos de la energía eléctrica, conllevará al ahorro en los costos de producción mejorando considerablemente los ingresos y a gran escala una disminución del impacto medioambiental.

#### **1.3.3. Gestión de la Energía**

Basada en un conjunto de datos técnicos organizados en donde se contempla la forma más adecuada para el uso correcto de la energía. La disminución de los costos energéticos en el campo industrial es el objetivo principal de la gestión energética, todo esto lleva al incremento de la competitividad del sector.(Díaz, 2018)

La competitividad en el campo de la industria ha incrementado en la actualidad es por ello que se buscan maneras adecuadas de cómo generar menos gastos en el costo de producción. Un correcto plan energético alcanza lo siguiente:

- Mayores ingresos.

- Confiabilidad en el proceso de producción.
- Mejor calidad del producto.
- Reducción del impacto medioambiental.

#### **1.3.4. Gestión Energética Eléctrica**

El objetivo principal es la de incrementar la eficiencia del consumo energético sin alterar el proceso productivo logrando así una mayor conformidad en la industria. Esto se basa en un óptimo procedimiento de prevención, control y ejecución del consumo de energía eléctrica.

Por otro lado, es necesario indicar que la imagen del gestor energético es el punto base para lograr alcanzar la finalidad deseada en torno a la eficiencia energética y el ahorro de energía. Todo esto debe estar ligado al cuidado del medio ambiente y comprometido a la generación de competencias en los procesos de producción.(Ramos, 2018)

#### **1.3.5. Tarifario Eléctrico**

Es un medio en el que se incorpora la facturación para determinados suministros eléctricos en baja tensión (BT), media tensión (MT) y alta tensión (AT) entre el distribuidor y el usuario. Todo esto estará supervisado por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) y por un ente privado, pero con personería de Derecho Público conformado por los agentes del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) y por Comité de Operaciones del Sistema Interconectado Nacional (COES). El COES reúne los esfuerzos de los agentes ya mencionados, contribuyendo a través de su labor al desarrollo y bienestar del país.(MINEM, 2011)

La tarifa eléctrica enmarca los siguientes costos:

- a) Generación:

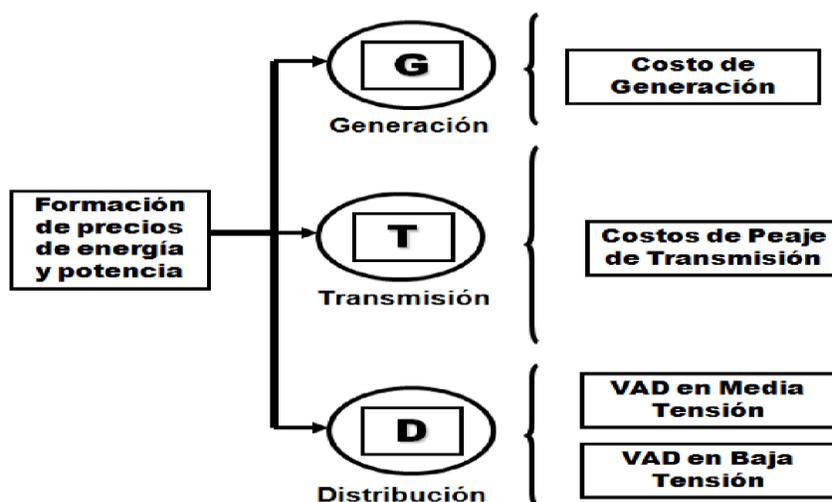
Son todos los costos que tienen las empresas generadoras para generar electricidad, dependiendo del tipo de generación. Las diferentes formas de generación tradicional vía hidroeléctrica o quema de combustible son las más significativas no descartando otras formas de generar energía eléctrica.(Díaz, 2018)

b) Transmisión

Son todos los costos establecidos por las empresas transmisoras que toman la energía generada y que llega a las barras de generación a trasladarla mediante estructuras metálicas y/o torres y las acercan a los centros de usuario compuesto por la transmisión principal y la transmisión secundaria que es cuando estamos cerca de las ciudades.(MINEM, 2011)

c) Distribución

Ubicadas en las subestaciones eléctricas de distribución y se encarga de llevar la energía eléctrica a las plantas industriales y/o nuestros hogares, en el departamento Lambayeque es Electronorte S.A. (ENSA).(MINEM, 2011)



*Figura 1.* Parte del sistema de potencia

*Fuente:* OSINERGMIN

### 1.3.6. Términos en Facturación

#### 1.3.6.1. Usuarios en Media Tensión y Baja Tensión

Se llama usuarios en Media Tensión (MT) a aquellos que están conectados con su empalme (en cualquiera de sus formas) a redes en donde la tensión de suministro supera a 1 kV (kilovoltio) pero que, es menor a 30 kV.(Osinermin, 2016)

Los usuarios de Baja Tensión (BT) son aquellos que están conectados a la red cuya tensión es inferior o igual a 1 kV.(Osinermin, 2016)

##### a) Horas de Punta (HP)

Las horas de punta (HP), está dentro de las 18:00 y las 23:00 horas de todos los días del año exceptuando los domingos y feriados establecidos.(MINEM, 2011)

##### b) Horas Fuera de Punta

Se entiende por horas fuera de punta (HFP), al resto de horas que no están dentro de las horas punta (HP).



**Figura 2.** Curvas de demanda en HP y HFP

**Fuente:** (Díaz, 2018)

### **1.3.6.2. Potencia Instalada, Potencia Conectada, Potencia Contratada**

La suma de potencias activas nominales dará como resultado la potencia instalada. Por otro lado, la potencia activa máxima necesitada por el solicitante será la potencia conectada que deberá soportar la conexión de la energía eléctrica. Finalmente, la potencia contratada es la potencia activa máxima que ha sido adquirida bajo contrato entre el usuario y la concesionaria.

### **1.3.6.3. Calificación tarifaria**

La otorga la concesionaria y dependerá de la potencia en horas punta y fuera de punta del solicitante.(Díaz, 2018)

Para hallar la calificación tarifaria se tiene en cuenta la siguiente relación:

- Calificación Tarifaria =  $(EA \text{ HP mes}) / (M.D. \text{ leída mes} \times \# \text{ HP mes})$
- EA HP mes: Energía activa consumida en horas punta del mes
- M.D. leída mes: Máxima demanda leída del mes
- # HP mes: Número de horas punta del mes
- Cuando la relación adquiere un valor  $< 0,5$ , el usuario deberá ser considerado como cliente fuera de punta.(Díaz, 2018)

### **1.3.6.4. Cargos aplicables en facturación**

Estos cargos varían regularmente y está a disposición del OSINERGMIN así mismo también depende de la ubicación en el que se encuentre en el territorio peruano, como también al sector típico al que pertenezca.(Osinermin, 2016)

### **1.3.7. Opciones Tarifarias**

Los usuarios desde el primer momento en que compra la energía tiene la libertad de elegir una de las opciones tarifarias o pliego tarifario actual y según corresponda el nivel de

tensión el cual se requiera. La opción que sea adoptada por el cliente deberá ser aceptada por la concesionaria.(Osinergmin, 2016)

**Tabla 1. Opciones Tarifarias en MT**

**Fuente: OSINERGMIN**

OPCIÓN TARIFARIA	SISTEMA Y PARÁMETRO DE MEDICIÓN	CARGOS DE FACTURACIÓN
Media Tensión		
MT2	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P)</li> <li>● Energía: Punta y Fuera de Punta.</li> <li>● Potencia: Punta y Fuera de Punta.</li> <li>● Medición en energía reactiva.</li> <li>● Modalidad de facturación de potencia activa variable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cargo de fijo mensual.</li> <li>● Cargo por energía activa en horas de punta.</li> <li>● Cargo por energía activa en horas fuera de punta.</li> <li>● Cargo por potencia activa de generación en horas de punta.</li> <li>● Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas de punta.</li> <li>● Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en hora fuera de punta.</li> <li>● Cargo por energía reactiva.</li> </ul>
MT3	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P)</li> <li>● Energía: Punta y Fuera de Punta.</li> <li>● Potencia: Máxima del Mes</li> <li>● Medición en energía reactiva.</li> <li>● Modalidad de facturación de potencia activa variable</li> <li>● Calificación de potencia:</li> <li>● P: usuario presente en punta</li> <li>● FP: usuario presente fuera de punta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cargo de fijo mensual.</li> <li>● Cargo por energía activa en horas de punta.</li> <li>● Cargo por energía activa en horas fuera de punta.</li> <li>● Cargo por potencia activa de generación.</li> <li>● Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución.</li> <li>● Cargo por energía reactiva.</li> </ul>
MT4	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Medición de una energía activa y una potencia activa (1E1P)</li> <li>● Energía: Total del Mes</li> <li>● Potencia: Máxima del Me</li> <li>● Medición en energía reactiva.</li> <li>● Modalidad de facturación de potencia activa variable</li> <li>● Calificación de potencia:</li> <li>● P: usuario presente en punta</li> <li>● FP: usuario presente fuera de punta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cargo de fijo mensual.</li> <li>● Cargo por energía activa.</li> <li>● Cargo por potencia activa de generación.</li> <li>● Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución.</li> <li>● Cargo por energía reactiva.</li> </ul>

**Tabla 2.** Opción tarifaria en BT

*Fuente:* OSINERGMIN

NIVEL		TIPO DE MEDICIÓN	CONSUMO
BT			
<b>BT2</b>	2E 2P	Energía y Potencia en HP y HFP	Industrial
<b>BT3p</b>	2E 1P	Energía HP y HFP, y Potencia (calificación presente en punta)	Comercial
<b>BT3fp</b>	2E 1P	Energía HP y HFP, y Potencia (calificación presente en fuera de punta)	Industrial
<b>BT4p</b>	1E 1P	Energía y Potencia (calificación presente en punta)	Comercial
<b>BT4fp</b>	1E 1P	Energía y Potencia (calificación presente en fuera de punta)	Industrial
<b>BT5A</b>	2E	Energía HP y HFP	Comercial
<b>BT5B</b>	1E	Energía (usuario residencial)	Residencial
<b>BT5C-AP</b>	1E	Energía (alumbrado público a cargo de las empresas distribuidoras)	Alumbrado Público
<b>BT5D</b>	1E	Energía (usuario provisional)	Residencial
<b>BT5E</b>	1E	Energía (con sistema de medición centralizada)	Residencial
<b>BT6</b>	1P	Potencia (avisos luminosos, cabinas telefónicas o similares)	Comercial
<b>BT7</b>	1E	Energía (usuario prepago)	Residencial
<b>BT8</b>	1E	Energía (usuario rurales con sistema fotovoltaicos – no convencionales)	Residencial

### **1.3.8. Parámetros de Calidad de Energía**

Desde hace algún tiempo se ha tomado importancia sobre la finalidad de calidad de la energía eléctrica junto con ellos todos sus parámetros que la conforman, ya sea por temor a la aplicación de penalizaciones o por un uso consciente de la energía eléctrica.

Una de las primeras perturbaciones estudiadas fueron los armónicos debido a que eran originados por los generadores de corriente alterna y también porque esta repercutía en el funcionamiento correcto de los equipos de la industria esto sumado a que el consumo de energía eléctrica se incrementaba y/o crecía debido al desarrollo de nuevas tecnologías entre ellas la introducción de la electrónica de potencia a gran escala. Según la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos Decreto Supremo N° 020-97-EM (MEM 020-97 EM) se considera la tensión, la frecuencia y las perturbaciones. En el caso de las perturbaciones se considera los armónicos y Flicker, no obstante, podemos obtener a través de mediciones una gran variedad de parámetros eléctricos con el principal objetivo de tener un control y gestión de maquinaria o industria permitiendo maximizar costos energéticos.(Díaz, 2018)

### **1.3.9. Perturbaciones, Efectos, Clasificación, Indicadores de Calidad y Tolerancias**

Son un cúmulo de fenómenos cuya disposición es afectar el correcto funcionamiento de los equipos electrónicos o electromecánicos. Las alteraciones son producidas por condiciones propias de operación de los diferentes equipos de los usuarios y por efectos de la naturaleza, por ejemplo, los rayos, el viento, etc.

La medición de la Calidad de la Potencia Eléctrica consiste en verificar que las señales de tensión y corriente cumplan con los parámetros vigentes establecidos por las normas adoptadas por cada país. También es de mucha importancia la duración de las perturbaciones, algunas pueden ser de corta duración, otras pueden ser de algunos ciclos y otras se pueden mantener por varios períodos e inclusive segundos y hasta minutos.(Díaz, 2018)

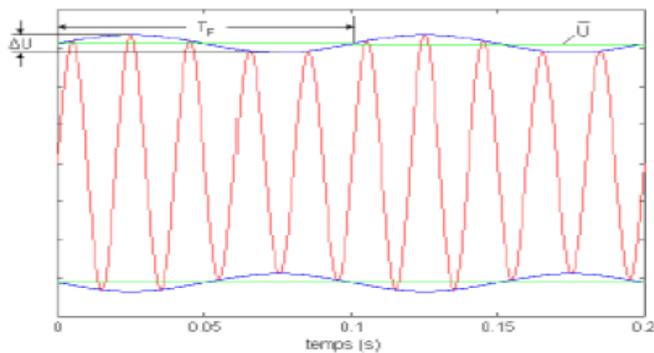
Las perturbaciones ocasionan dos efectos de forma general.

- Efectos inmediatos: maniobras intempestivas de contactores o de sistemas de protección, funcionamiento erróneo o parada de máquinas.
- Efectos diferidos: pérdidas de energía, envejecimiento acelerado de los equipos debido al calentamiento y esfuerzo electrodinámico suplementario (incendios) producido por las perturbaciones.

La clasificación de las perturbaciones según la NTCSE 020-97-EM, los cuales son flicker y armónicas.

a) Flicker

Se entiende por Flicker a la impresión intrínseca de la oscilación de la luminancia producida por alteraciones de la tensión o por variaciones cíclicas de la envolvente de la onda de tensión, produciendo una sensación desahagible por quien lo percibe. El “Flicker” depende fundamentalmente de la amplitud, frecuencia y duración de las perturbaciones de tensión que lo inducen.



**Figura 3.** Comportamiento del Flicker respecto al tiempo

**Fuente:** (Díaz, 2018)

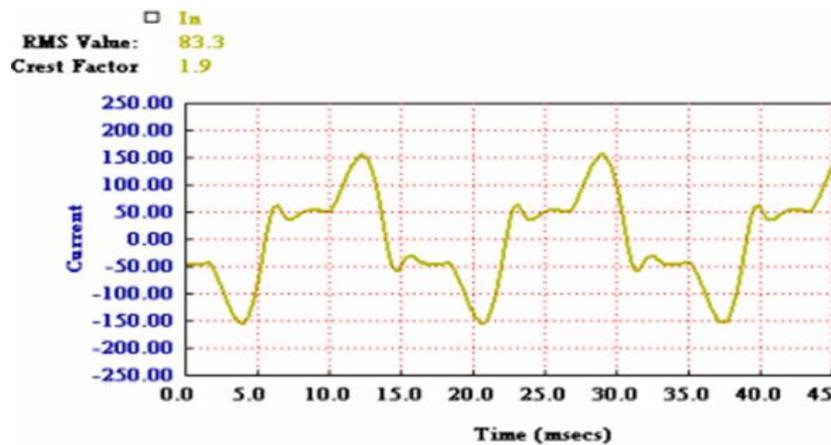
Las alteraciones de tensión afectan a la gran mayoría de consumidores que reciben suministro eléctrico de la misma red originando disconformidad por la deficiencia del servicio eléctrico.

Las oscilaciones de tensión no suelen tener una amplitud superior a  $\pm 10\%$ , por lo que muchos equipos no se ven afectados por ellas. El “flicker”, que no se puede evitar, es el efecto más perjudicial.(Díaz, 2018)

Entonces, se puede inferir que el flicker es el parpadeo del alumbrado debido a las fluctuaciones de la tensión entre 0,5 y 25 Hz. La medida se realiza mediante un parámetro llamado perceptibilidad, Pst para tiempos cortos (10 minutos) y Plt para tiempos largos (generalmente 2 horas). Si, por el contrario, la frecuencia de la señal eléctrica es inferior a la fundamental, recibe el nombre de sub armónico.(Gómez & Fabricio, 2015)

#### b) Armónicos

Los armónicos suelen ser aquellas deformaciones en las redes de alimentación que afectan la onda sinusoidal que es prácticamente pura cuando es generada en las centrales de generación eléctrica.(Díaz, 2018)



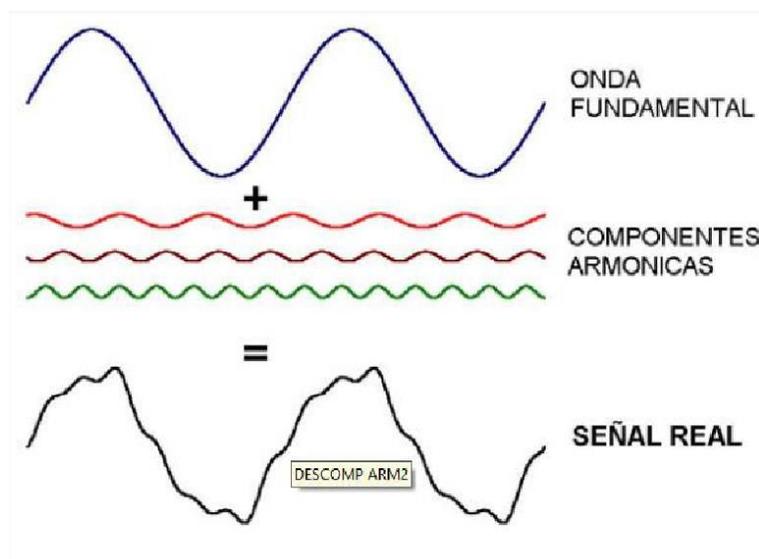
**Figura 4.** Corriente armónica

**Fuente:** (Díaz Zurita, 2018)

Para calcular la alteración de la onda de la tensión o de intensidad que no es sinusoidal pura pero que sí es periódica a 60 Hz, se requiere a un análisis de la frecuencia.

Mediante la transformada de Fourier, se crea un cálculo que permite ver los datos de las diferentes ondas sinusoidales puras que contemplan la onda alterada.

La magnitud de los problemas que originan las tensiones armónicas en los equipos instalados en un determinado entorno electromagnético depende de la deformación de la onda y de la sensibilidad de dichos equipos este tipo de perturbaciones armónicas. En ocasiones los relés de protección pueden actuar de manera intempestivas, es decir, sin que exista falla, ocasionando la interrupción del proceso productivo de una determinada industria originando pérdidas económicas por los cortes del fluido eléctrico. En las redes eléctricas los armónicos tienden a incrementar sus pérdidas por calentamiento especialmente en conductores neutros de baja tensión, transformadores y motores, degradando los aislamientos e incidiendo significativamente en su vida útil.(Díaz, 2018)



**Figura 5.** Comparación de ondas sinusoidales

**Fuente:** (Díaz Zurita, 2018)

Las corrientes armónicas originan problemas tanto en el sistema de suministro de energía, así como dentro de las instalaciones eléctricas. Las consecuencias y las posibles

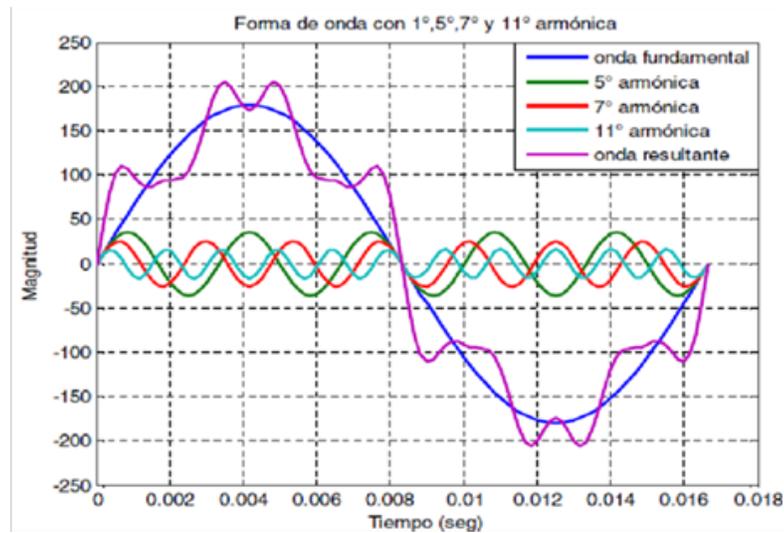
soluciones ante estos problemas varían de acuerdo al caso que se presente, es por ello que se recomienda trabajar por separado.

Así pues, algunos de los problemas causados por las corrientes armónicas son:

- Sobrecarga en la línea neutra.
- Recalentamiento de los transformadores.
- Sobrecarga de los capacitores de corrección del factor de potencia.

Por otro lado, algunos de los problemas originados por las tensiones armónicas:

- Alteraciones en la tensión.
- Recalentamiento de motores de inducción.



**Figura 6.** Deformación de la onda sinusoidal

**Fuente:** (Díaz, 2018)

### **1.3.10. Los Indicadores Calidad para los Armónicos**

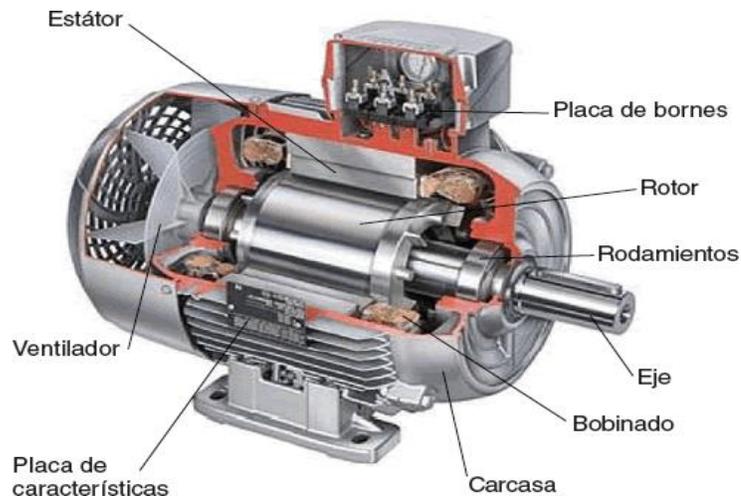
Con lo respecta a los armónicos, se han establecido tasas que no deben ser sobrepasadas, en el tiempo, en un determinado porcentaje.

La normativa internacional como la peruana establecen unas tasas para cada armónico cuya probabilidad de no ser sobrepasadas, adquiriendo como valor mínimo el 95%.

Se ha establecido una tasa de distorsión total que tiene en cuenta concurrentemente todos los armónicos de tensión existentes. Esta tasa de distorsión total se expresa en forma de porcentaje respecto de la componente fundamental la cual no debe sobrepasar el 8 %.(Díaz, 2018)

### **1.3.11. Motores de Corriente Alterna**

Un motor es una máquina eléctrica rotativa cuya función es convertir la energía eléctrica en energía mecánica según sean los requerimientos a lo que esté sometido. El motor eléctrico de corriente alterna (AC), está formado por una parte estática y otra rotativa llamados técnicamente: el estator y el rotor, respectivamente. Según sea la potencia del motor, el espacio entre el estator y el rotor variará de 0.4 mm a 4 mm.(Bustamante & Salas, 2018)



**Figura 7.** Motor de corriente alterna

**Fuente:** (Díaz, 2018)

Existen motores eléctricos monofásicos y trifásicos, estos últimos pueden ser síncronos y asíncronos.

Un motor síncrono se caracteriza por tener velocidades iguales tanto del rotor como del campo magnético. Por otro lado, los motores asíncronos tienen velocidades diferentes tanto en el rotor como en el campo magnético, además de ello, trabajarán a una velocidad inferior a la de los motores síncronos.(Bustamante & Salas, 2018)

Los motores asíncronos son motores de corriente alterna en el que la rotación del eje es menor que la frecuencia del campo de sincronismo.(Bustamante & Salas, 2018)

Los motores monofásicos tenemos a los motores de bobinado auxiliar, universal y de espiras en cortocircuito.

Los motores de bobinado auxiliar son aquellas máquinas eléctricas rotativas que están formadas por un devanado de campo y un devanado auxiliar. La función de este último devanado es conectarse durante el encendido del motor para que, después entre en

funcionamiento el devanado de campo. Los motores universales que pueden funcionar tanto con corriente continua (CC) y con corriente alterna (AC).

Los motores eléctricos de espiras en cortocircuito tienden a arrancar por sí mismo. Este tipo de motores dividen los polos en dos partes iguales.(Vargas, 2017)

**Tabla 3.** *Potencia de motores*

**Fuente:** (Reginaldo, 2018)

ÍTEM	MOTOR MONOFÁSICO	MOTOR TRIFÁSICO
POTENCIA ACTIVA	$P = VxIx \cos(\varphi)$	$P = \sqrt{3}xVxIx \cos(\varphi)$
POTENCIA REACTIVA	$Q = VxIx \sin(\varphi)$	$Q = \sqrt{3}xVxIx \sin(\varphi)$
POTENCIA APARENTE	$S = VxI$	$S = \sqrt{3}xVxI$

Donde:

- P: Potencia activa (kW)
- Q: Potencia reactiva (kW)
- S: Potencia aparente (kW)
- V: tensión absorbida por el motor (V)
- I: corriente que transita por el circuito (A)
- $\cos(\varphi)$ : factor de potencia

Para el cálculo de la eficiencia mecánica se tomará en cuenta la siguiente ecuación:

$$n_m = \frac{P_s}{P_e} \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

- $n_m$ , es el rendimiento mecánico
- $P_s$ , es la potencia de salida (kW)

- $P_e$ , proporciona la potencia de entrada (kW)

Por otro lado, para calcular la potencia de pérdida se tendrá en cuenta lo siguiente:

$$P_p = P_{nc} + P_{est} \dots\dots\dots(2)$$

$$P_p = P_e - P_s \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

- $P_p$ , se definirá como la potencia de pérdida (kW)
- $P_{nc}$ , son las pérdidas en el núcleo (kW)
- $P_{est}$ , definida por las pérdidas en el enrollado (kW)
- $P_s$ , es la potencia de salida (kW)
- $P_e$ , proporciona la potencia de entrada (kW)

Por otro lado, para encontrar la intensidad de corriente en un motor monofásico se tendrá en cuenta la siguiente fórmula:

$$I_p = \frac{P}{E \times \cos(\varphi)} \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

- $I_p$ , corriente nominal (A)
- $P$ , potencia desarrollada por un motor monofásico (K o kW)
- $E$ , tensión (V)
- $\cos(\varphi)$ , factor de potencia

Para poder hallar la intensidad de un motor trifásico recurriremos a la ecuación que está dada por:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3}xE \times \cos(\varphi)} \dots\dots\dots(5)$$

Donde:

- $I_p$ , intensidad nominal (A)
- P, potencia desarrollada por el motor trifásico (K o kW)
- E, tensión (V)
- $\cos(\varphi)$ , factor de potencia

Para poder encontrar la velocidad de los motores síncronos, ejecutaremos la siguiente ecuación:

$$n_s = \frac{120 \times f}{p} \dots\dots\dots(6)$$

Donde:

- $n_s$ , velocidad síncrona
- f, frecuencia (Hz)
- p, cantidad de polos

El deslizamiento de un motor, es conocido como la resta de la velocidad síncrona y la propia del rotor, todo dividido entre la velocidad de sincronismo.(Reginaldo Quispe, 2018)

$$S = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100\% \dots\dots\dots(7)$$

Donde:

- S, deslizamiento del motor
- $n_s$ , velocidad síncrona
- n, velocidad del rotor

El factor de carga, está representado por:

$$\text{Factor de carga} = \frac{\text{deslizamiento}}{RPM_{\text{sincrono}} - RPM_{\text{de la placa}}} \dots\dots\dots (8)$$

Además:

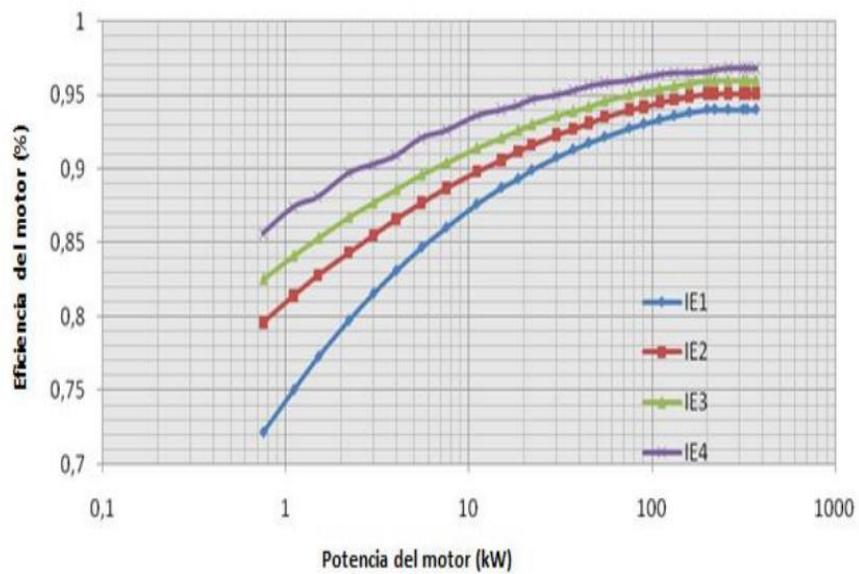
$$\text{Deslizamiento} = RPM_{\text{sincrono}} - RPM_{\text{de la placa}} \dots\dots\dots(9)$$

Finalmente, para poder calcular la potencia de salida de los motores:

$$\text{Potencia de salida} = \text{Factor de carga} \times \text{Potencia de la placa} \quad (10)$$

Para establecer el nivel de eficiencia de las máquinas eléctricas rotodinámicas (motores de corriente alterna), nos regimos a la IEC 60034-30 (Comisión Electrotécnica Internacional) en donde se establece una estandarización gráfica de la eficiencia en los motores. En donde se proponen cuatro niveles de eficiencia denominadas de la siguiente manera:

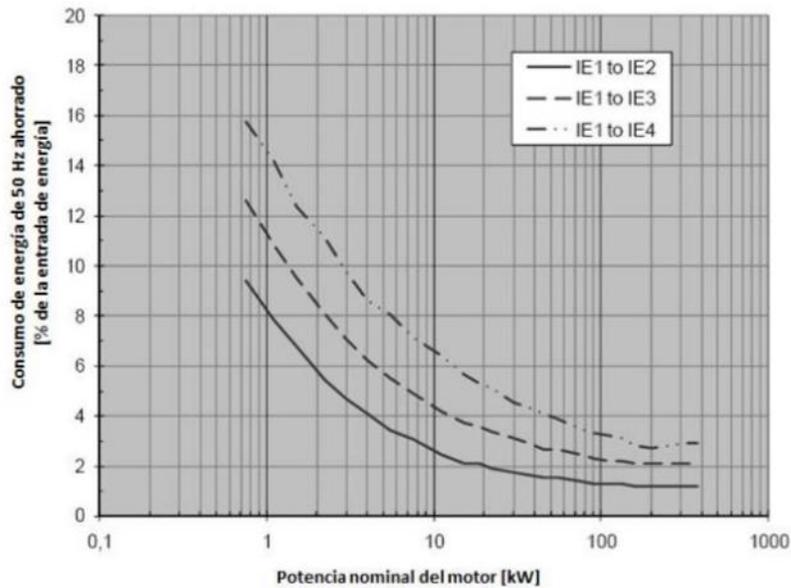
- IE1, eficiencia estándar
- IE2, alta eficiencia
- IE3, súper eficiencia
- IE4, súper eficiencia-premium



**Figura 8.** Eficiencia según la IEC 60034-30

**Fuente:** (Reginaldo, 2018)

Existe otra forma de poder analizar el ahorro de energía eléctrica. Esto se desarrolla a través del siguiente gráfico:



**Figura 9.** Ahorro energético según la eficiencia

**Fuente:** (Reginaldo, 2018)

### 1.3.12. Las Máquinas de Soldar

Las máquinas de soldar son una de las herramientas más utilizadas capaces de unir dos piezas ferrosas entre sí. Existe una gran variedad, pero el principio de funcionamiento es el mismo. El material de aporte para lograr la unión de varía de acuerdo al tipo de máquina y el tipo de material a unir.

Existen máquinas de soldar que utilizan un electrodo revestido en donde se obtiene una penetración moderada y el material depositado es de alta calidad. Por otro lado, para el proceso de soldadura Metal Inert Gas/Metal Active Gas (MIG/MAG), se utiliza un gas inerte o un gas activo, respectivamente. Este proceso tiene una excelente penetrabilidad entre las piezas unidas, mejor acabado, fusión rápida, etc.



**Figura 10.** Máquina de soldar MIG/MAG

**Fuente:** <https://amperelectric.pe>

El proceso de soldadura Tungsten Inert Gas (TIG) es un método desarrollado para la soldadura de las combinaciones de aluminio y del magnesio. Se emplea un arco eléctrico que arde entre un electrodo y el metal base, esto se emplea para lograr calentar y posteriormente fundir la parte metálica base. El electrodo se sitúa de manera concéntrica con la boquilla de la salida del gas que puede ser argón, helio o una composición de estos.(Huangal, 2018)



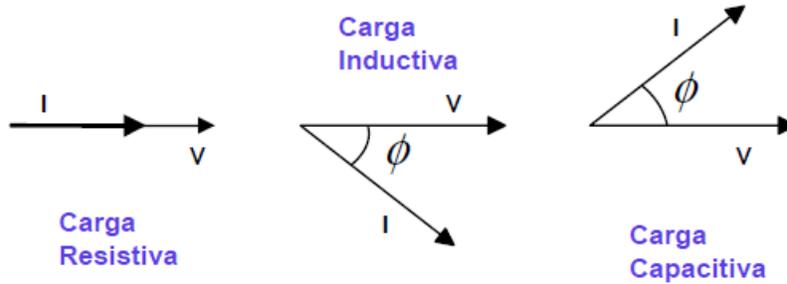
*Figura 11.* Máquinas de soldar TIG

*Fuente:* INDURA

Este proceso no deja escoria al terminar la fusión, la calidad es muy buena en la mayoría de los materiales ferrosos. Sin embargo, su eficiencia disminuye al aumentar el espesor de los materiales a unir.

### **1.3.13. Control del Factor de Potencia**

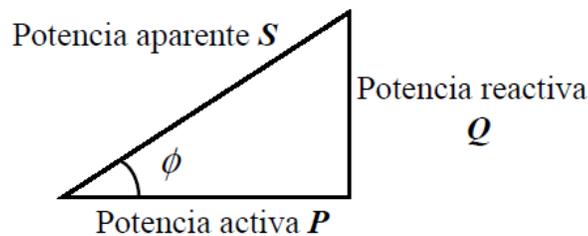
Los transformadores y los motores eléctricos son consumidores inductivos. Este tipo de máquinas eléctricas tienden a formar un campo magnético absorbiendo potencia inductiva o reactiva desde el punto de alimentación. Para las centrales de energía eléctrica esto implicaría una carga especial. Es por esta razón que se recomienda a los usuarios corregir el factor de potencia que esté por encima de 0.96.(Vargas, 2017)



**Figura 12.** Ángulo de factor de potencia

**Fuente:** (González, 2015)

El factor de potencia ( $\phi$ ) es la relación entre la potencia activa (P) y la potencia aparente (S) cuyas unidades de medida son los kVAR.



**Figura 13.** Triángulo de potencia

**Fuente:** (González, 2015)

$$FP = \cos(\phi) = \frac{P}{S} \dots\dots\dots(11)$$

Donde:

- FP, Factor de potencia
- P, Potencia activa
- S, Potencia reactiva

La potencia eléctrica se define como la energía absorbida en un determinado tiempo cuya unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el Watt. Está dada por:

$$P = \frac{dW}{dt} \dots\dots\dots(12)$$

Donde:

- P, Potencia
- dW, Trabajo mecánico
- t, Tiempo

En la corriente alterna existe una tendencia a variar tanto la tensión como la corriente. La potencia instantánea es la multiplicación de la tensión con la corriente siendo todas instantáneas.

$$p(t) = v(t) \times i(t) \dots\dots\dots(13)$$

Donde:

- p(t), potencia instantánea
- v(t), tensión instantánea
- i(t), corriente instantánea

De las fórmulas anteriores se establecen los siguientes criterios:

$$v(t) = V_{max} \times \sin(\omega t) \dots\dots\dots(14)$$

$$i(t) = I_{max} \times \sin(\omega t - \varphi) \dots\dots\dots(15)$$

$$V = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} \dots\dots\dots(16)$$

$$I = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} \dots\dots\dots(17)$$

Donde:

- $p(t)$ , potencia instantánea
- $v(t)$ , tensión instantánea
- $i(t)$ , corriente instantánea
- $\omega$ , frecuencia
- $\varphi$ , desfase entre las dos señales
- $V_{max}$  y  $V_{min}$ , podrían ser expresadas como valor efectivo o rms

La potencia instantánea transmitida estará dada por:

$$p(t) = v(t) \times i(t) = V_{max} \times I_{max} \times \sin(\omega t) \times \sin(\omega t - \varphi) \dots\dots\dots(18)$$

$$p(t) = v(t) \times i(t) = 2VI \times \sin(\omega t) \times \sin(\omega t - \varphi) \dots\dots\dots(19)$$

Donde:

- $v(t)$ , tensión instantánea
- $p(t)$ , potencia instantánea
- $i(t)$ , corriente instantánea
- $\omega$ , frecuencia
- $\varphi$ , desfase entre las dos señales
- $V_{max}$  y  $V_{min}$ , podrían ser expresadas como valor efectivo o rms

$$p(t) = VI \times \cos(\varphi) - VI \times \cos(2\omega t - \varphi) \dots\dots\dots(20)$$

$$p(t) = VI \times \cos(\varphi) \times (1 - \cos(2\omega t)) - VI \times \sin(\varphi) \times \sin(2\omega t) \dots\dots\dots(21)$$

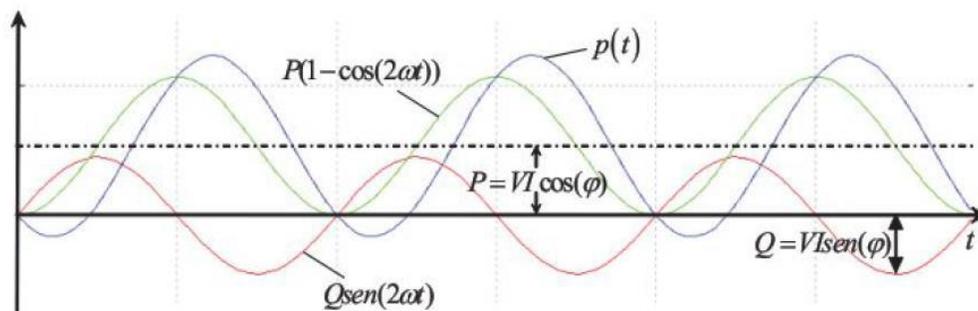
$$p(t) = P \times (1 - \cos(2\omega t)) - Q \times \sin(2\omega t) \dots\dots\dots(22)$$

Donde:

- $v(t)$ , tensión instantánea
- $p(t)$ , potencia instantánea

- $i(t)$ , corriente instantánea
- $V$ , tensión
- $Q$ , potencia reactiva
- $P$ , potencia activa
- $I$ , intensidad
- $\omega$ , frecuencia
- $\phi$ , desfase entre las dos señales

A la multiplicación de  $VI$  se le conoce como potencia aparente, así pues, la potencia instantánea adquiere una forma sinusoidal y fluctúa en torno al valor  $VI\cos(\phi)$  también conocida como potencia activa, media o real. La potencia reactiva o también conocida como potencia fluctuante estará dada por  $VI\sin(\phi)$ .



**Figura 14.** Representación de la potencia

**Fuente:** (Guerra, 2018)

a) Potencia activa

Este tipo de potencia eléctrica es aquella que representa las limitaciones que tiene un circuito eléctrico para poder transformar la energía eléctrica en trabajo y corresponde al valor medio de la potencia instantánea. Se sabe que las cargas resistivas son aquellas en las que la tensión y la corriente coinciden en fase lo que genera una transformación de la energía eléctrica

en trabajo mecánico, calor o en otro tipo de energía que no es devuelta a la red eléctrica de forma directa.(Juárez Cervantes, 1995)

b) Potencia reactiva

Es utilizada para generar un campo electromagnético de las reactancias del circuito, es decir, la energía eléctrica nunca será transformada en trabajo mecánico. Idealmente las cargas reactivas adquieren corrientes cuyo ángulo de desfase es de  $90^\circ$  respecto a la tensión. Adquiriendo ese concepto, podemos deducir que la energía eléctrica no se consume, sino que se almacena ya sea en forma de campo eléctrico o magnético. Es una potencia de forma sinusoidal y fluctuante, además, en el caso de no contener armónicos su valor medio es cero.(Guerra, 2018)

c) Potencia aparente

Esta potencia manifiesta que un circuito debe amortizar las necesidades de energía que fluctúan entre las bobinas y los condensadores de las cargas reactivas. Por otro lado, se entiende que la potencia aparente es la magnitud de la potencia compleja de un determinado circuito eléctrico que satisfaga la energía que será consumida por las cargas reactivas.(Juárez, 1995)

### **1.3.14. Consumos**

Para la obtención de un determinado producto se requiere estar conectado al sistema eléctrico, esto conlleva a requerir potencia activa y reactiva. La carga real está compuesta por una parte resistiva en paralelo con otra reactiva pero ideal.

Cargas resistivas, son aquellas en las que circulan corrientes pero que coinciden con la tensión fijada, es decir, la tensión y la corriente están en fase. De esto se difiere que, la energía eléctrica recibida será transformada en trabajo mecánico, calor u otro tipo de energía no devuelta directamente a la red eléctrica.

Cargas reactivas ideales, la corriente está desfasada en 90° respecto de la tensión inducida. La corriente eléctrica no será transformada en trabajo mecánico, sino que es almacenada en forma de campo eléctrico o magnético lo que genera la devolución a la red eléctrica nuevamente en un tiempo similar al que tardó en almacenarse. (Guerra, 2018)

$$CE = P \times t \dots\dots\dots(23)$$

Donde:

- CE, consumo (kWh)
- P, potencia (kW)
- t, tiempo

### 1.3.15. Flujograma

Para la ejecución de este trabajo de investigación se debe de tener en cuenta los siguientes pasos:

- a) Realizar un inventario de las máquinas.
- b) Verificar la intensidad de cada máquina (esto está en la placa característica).
- c) Medir la intensidad con un amperímetro.
- d) Calcular la intensidad utilizando las ecuaciones 4 o 5 según sea una máquina monofásica o trifásica.
- e) Verificar las horas de uso.
- f) Verificar la potencia (en kW, esto se encuentra en la placa característica).
- g) Determinar la eficiencia teórica mediante la figura 8.
- h) Hallar la potencia demandada (ver tabla de ecuaciones 3).
- i) Verificar los RPM en la placa característica.

- j) Medir la velocidad haciendo uso de un tacómetro.
- k) Hallar el factor de carga mediante la ecuación 8.
- l) Hallar la potencia de salida mediante la ecuación 10.
- m) Calcular la eficiencia mecánica mediante la ecuación 1.
- n) Calcular la pérdida de potencia (utilizar la ecuación 2).
- o) Calcular la energía consumida (utilizar la ecuación 23).

### **1.3.16. Demanda**

La demanda eléctrica es el promedio del consumo de la energía eléctrica en las instalaciones en intervalos de tiempo de 15 minutos, 30 minutos o una hora. Entonces, mientras más equipos eléctricos se encuentren funcionando a la vez mayor será la demanda.(Ramos, 2018)

### **1.3.17. Mantenimiento**

El mantenimiento es un servicio que se realiza para alcanzar un mayor grado de confiabilidad en las máquinas y evitar la reducción de su vida útil.

### **1.3.18. Normativa**

NORMA TÉCNICA DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS ELÉCTRICOS (D.S. N°020-97-EM-NTCSE)

La norma técnica de calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE), establece los niveles mínimo de calidad de los servicios eléctricos, para garantizar a los clientes con el suministro eléctrico continuo, adecuado, confiable y oportuno de las empresas eléctricas para los sectores típicos 1, 2, 3. Esta norma es de aplicación prescriptivo para suministro de servicios

relacionados con la generación, transmisión y distribución de la electricidad sujetos a regulación de precios.(MINEM, 2011)

p) Calidad de producto

- Tensión.
- Frecuencia.
- Alteraciones (Flicker y Tensiones Armónicas).

q) Calidad de suministro

- Cortes imprevistos.

r) Calidad de servicio comercial

- Trato al cliente.
- Centros de atención.
- Margen de error próximo a cero en la toma de lectura.

s) Calidad de alumbrado público

- Deficiencia de alumbrado.

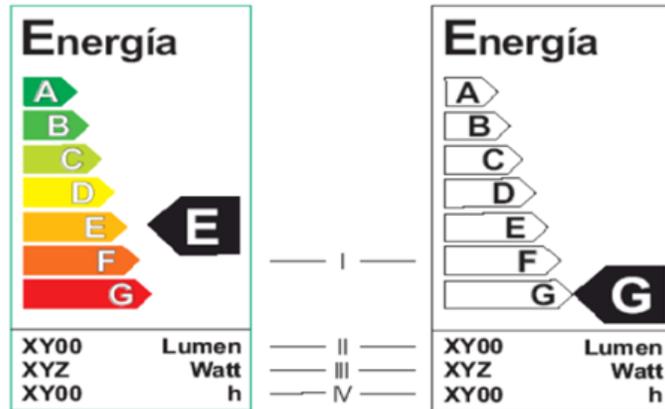
## NORMATIVA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Ley N°27345: Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía, declaró de interés nacional la promoción del uso eficiente de la energía, con la finalidad de asegurar el suministro, proteger al consumidor, fomentar la competitividad de la economía nacional y reducir el impacto ambiental negativa del uso y consumo energético.

El Ministerio de Energía y Minas, la Política Energética Nacional del Perú 2010 - 2014 D.S. N°064-2010-EM, siendo uno de los objetivos de contar con mayor eficiencia energética en la cadena productiva y de uso de la energía.

Además, la aprobación del Reglamento Técnico sobre la Etiqueta de Eficiencia Energética para Equipos Energéticos, D.S. 009-2017-EM, donde se dispone la obligación para

los productores e importadores de equipos energéticos, distribuidores y comerciantes la etiqueta de eficiencia.



**Figura 15.** Eficiencia energética en los sistemas de iluminación

**Fuente:** (Ramos, 2018)



**Figura 16.** Eficiencia energética en motores AC

***Fuente:*** (Ramos, 2018)

Es muy importante percibir que las empresas deben estar implementadas con las normas ISO (International Organization for Standardization) para el proceso de gestión y eficiencia energética. Esto indica la en qué nivel de calidad se encuentran los diferentes productos o servicios ofertados por una determinada empresa o industria, así como la seguridad y confiabilidad con el entorno en cualquiera de sus formas.

La norma ISO 9001 narra la importancia de calidad de los productos que son puestos en el mercado por las diferentes industrias. Esta norma garantiza la condición correcta en la mejora de un proceso aumentando su el crecimiento y eficiencia.(Pérez, 2014)

La norma ISO 14000 impone condiciones que llevan a la protección del medio ambiente en las diferentes formas de obtención de los productos. De esta manera se logra lo siguiente:

- Disminución de costos debido a la gestión de residuos sólidos.
- Ahorro energético.
- Economizar materiales.
- Minoración de los costos de distribución.
- Implementación con estándares de calidad para la protección del medio ambiente.

La norma ISO 50001 es aquella norma que tiene como sujeción el principio ético de medir para la obtención de posibles mejoras.(Pérez Pinedo, 2014)

Además, proporciona lo siguiente:

- Una sistematización de incorporación de la eficiencia energética en las prácticas de gestión.

- Sustituir equipos con un déficit energético por otros que logren alcanzar un óptimo funcionamiento pero que, además, sean aceptables para el cuidado del medio ambiente.
- Contribuye a la reducción de gases contaminantes al medio ambiente.
- Prioriza la implementación de mecanismos para lograr una calidad energética.

Para la implementación y la administración de una buena gestión energética será necesario lo siguiente:

a) Política Energética

La política energética es el pilar de la gestión de la energía dentro de una organización. Todas las normativas están enmarcadas a la mejora en el rendimiento energético en donde garantice la disponibilidad de la información y de todos los entes que han sido útiles para lograr un fin. Esto establece un sistema de gestión de la energía (EnMS), concreta y registra los alcances y límites de su EnMS. Por último, conforma una organización que logre dirigir la política energética.

b) Planificación Energética

Sujetada a la ISO 50001 en donde se establece y legitima la planificación energética. Se debe establecer un sistema de monitoreo y adecuación de metas.

c) Perfil Energético

La organización tendrá como objetivo incrementar, inventariar y mantener el perfil energético de la siguiente manera:

- Estudio energético centrado en la medición y recolección de datos.
- Determinar las actuales fuentes de energía.
- Evaluar el historial del uso energético.
- Proyectar los consumos energéticos.

Posteriormente, realizada la etapa de recolección de datos se establecen las áreas de mayor consumo de energía eléctrica identificando y a su vez priorizando posibles propuestas de mejora para la optimización del consumo de la energía eléctrica.

d) Línea Base Energética

Para realizar los cambios del rendimiento energético se deberá medir en comparación a la referencial de la empresa Planet Motor´s S.A.C. teniendo en cuenta un periodo de datos correspondientes.

e) Indicadores de Rendimiento Energético (IRE)

Los indicadores energéticos deben ser los apropiados para el monitoreo y la toma de mediciones del rendimiento energético de acuerdo al plan establecido por la empresa con el objetivo de corregir los casos en donde existan desviaciones del plan estratégico establecido por la empresa.

f) Implementación y Operación

Los resultados del proceso de planificación deberán ser adoptados por la empresa deberán ser adoptados por la empresa. Por otro lado, los trabajadores jugarán un rol importante en el desarrollo del proceso adecuándose a posibles cambios en beneficio de ellos y de la empresa sin sufrir perjuicios.

g) Auditoría y Control de la EnMS (Energy Management System)

Este sistema de gestión requiere de un plan de auditoría y un seguimiento de las diferentes etapas, enfocándose en la línea de producción de los diferentes procesos y de las áreas competentes. Esto se puede ir observando a medida que avanza la auditoría energética proporcionando la magnitud de los problemas.

Una auditoría energética inicia corrigiendo la variedad de deficiencias según el Ministerio de Energía y Minas, de esta manera se impone en qué momento tomar una acción.

A continuación, en la siguiente tabla se menciona los indicadores de eficiencia energética según la Resolución Ministerial N° 036-2009-MEM/DM.

#### **1.4. Formulación del Problema**

¿De qué manera se logrará realizar la evaluación de la calidad de la energía eléctrica en la empresa Planet Motor's S.A.C.?

#### **1.5. Justificación e Importancia de Estudio**

##### **1.5.1. Justificación Ambiental**

Al establecer parámetros más eficientes de calidad energética se logrará disminuir el consumo innecesario de energía eléctrica reduciendo la emisión de CO<sub>2</sub> al medio ambiente, tal es el caso de las centrales térmicas ya que utilizan el carbón, fuel-oil o gas como combustible.

##### **1.5.2. Justificación Social**

Este estudio permitirá a que muchas industrias realicen estudios de auditorías para mejorar su calidad energética.

##### **1.5.3. Justificación Económica**

Este proyecto de investigación nace debido a la necesidad de que en muchas empresas tienen la prioridad minimizar costos, beneficiando de esa manera su rentabilidad económica sea cual fuera su actividad económica.

Según El Ministerio de Energía y Minas, aplicar la eficiencia energética en una empresa evita la pérdida de energía, reduce costos de producción, logra ahorros económicos, mejora los procesos de producción, consume menos recursos energéticos, cumple con ciertos requisitos instados por las normas internacionales ISO 9000, ISO 14000 e ISO 5001, accede a

mercados internacionales con mayor factibilidad, disminuye la contaminación ambiental y mejora la imagen de tu empresa ante tus clientes.

#### **1.5.4. Justificación Científica**

Esta investigación quedará como base para futuras investigaciones de la misma especialidad.

#### **1.5.5. Justificación Técnica**

Con los resultados obtenidos se establecerán nuevas técnicas que ayuden a maximizar el ahorro de energía eléctrica, mejorar el rendimiento de los diferentes equipos eléctricos y electromecánicos en la producción.

### **1.6. Hipótesis**

No aplica.

### **1.7. Objetivos**

#### **1.7.1. Objetivo General**

Evaluar la calidad de energía eléctrica en la empresa Planet Motor's S.A.C.

#### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la carga instalada de acuerdo a los equipos de la empresa.
- Comparar el consumo energético actual de las máquinas con el consumo ideal.
- Calcular las pérdidas de potencia eléctrica y las pérdidas económicas.



**CAPÍTULO II:**  
**MATERIAL Y MÉTODO**

## II. MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1. Tipo y Diseño de la Investigación

La investigación es del tipo descriptiva.

### 2.2. Población y Muestra

Muestra Poblacional: instalaciones de la empresa Planet Motor's S.A.C.

### 2.3. Variables, Operacionalización

**Tabla 4.** Operacionalización de la variable de investigación

*Fuente:* Elaboración propia

Variable: Calidad de la energía eléctrica			
DEFINICIÓN	DIMENSIONAMIENTO	INDICADORES	INSTRUMENTO
La calidad de la energía eléctrica es el consumo netamente necesario de los diferentes equipos con los que cuenta una determinada industria.		$P_p = P_e - P_s$	Cálculos
	Pérdidas (kW)		Cálculos
	Eficiencia mecánica (%)	$P_p = \frac{P_s}{P_e}$	
	Consumo (kWh)	$CE = P \times t$	Amperímetro, multímetro, cronómetro, tacómetro

### 2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

- Cuantificar la eficiencia energética de la empresa Planet Motor's S.A.C.

- Determinar la nueva eficiencia energética.
- Realizar la evaluación económica.

**Tabla 5.** *Operacionalización*

*Fuente:* Elaboración propia

Objetivos	Técnica	Instrumento
Cuantificar la eficiencia energética en la empresa Planet Motor´s S.A.C.	Entrevista a profundidad	Visita
Determinar la nueva eficiencia energética	Búsqueda bibliográfica	Ficha de búsqueda bibliográfica
Realizar la evaluación económica	Búsqueda bibliográfica	Ficha de búsqueda bibliográfica

Para la adquisición de datos eléctricos, se usaron los siguientes instrumentos:

- Multímetro digital, utilizado para medir la tensión en los circuitos eléctricos.



**Figura 17.** Multímetro digital

**Fuente:** Internet

- b) Amperímetro, es utilizado para medir el amperaje de los diferentes equipos.



**Figura 18.** Amperímetro digital

**Fuente:** Internet

- c) Verificador de tensión, para verificar la presencia de tensión.



**Figura 19.** Variador de tensión

**Fuente:** Internet

- d) Cámara termográfica, para ver la temperatura en las máquinas que son objeto de estudio.



**Figura 20.** Cámara termográfica

**Fuente:** Propia

## **2.5. Procedimiento de análisis de datos**

Para analizar los datos se utilizará las estadísticas descriptivas, mediante el programa Microsoft Excel que nos permitirá realizar gráficos, así como estadígrafos como el valor medio o promedio, así como el valor máximo.

## **2.6. Criterios Éticos**

En este proyecto de investigación los principios que tendremos presente serán las bases para nuestros valores como la dedicación, responsabilidad, honestidad. estará basado por dos documentos fundamentales: código de ética del colegio de ingenieros (CIP, 1999) y el código de ética de investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS, 2017).

Código de ética del colegio de ingenieros (CIP). Aprobado en la III sesión ordinaria del congreso nacional de consejos departamentales del periodo 1998 - 1999 en la ciudad de Tacna 22, 23, 24 abril 1999.

Art.2.- Los ingenieros fomentan y preservan la rectitud, la reputación y por consiguiente la reputación de su ocupación impartiendo una conducta de rectitud para que la comunidad sea formada y adquiera conocimientos que les ayuden a adquirir conocimientos para la solvencia de determinados problemas. Manejando este concepto los ingenieros lograrían servir honestamente e imparcialmente promoviendo el respeto, el carácter y la aptitud de la ingeniería apoyando a las diferentes instituciones académicas.

Art.5.- Los ingenieros serán agentes que logren impartir valores éticos a la sociedad, respetando y haciendo respetar las diversas normas y leyes que avalen el cuidado del medio ambiente.

**Código de ética de investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS), Ratificado por acuerdo de consejo universitario con resolución rectoral N°0851-2017/USS.**

Art.2: Finalidad

El código ético de investigación de la universidad señor de Sipán (USS), tiene como finalidad proteger los derechos, la vida, la salud, la intimidad, la dignidad y el bienestar de las personas que intervengan en una actividad de investigación científica, tecnológica e innovación, ciñéndose a los principios éticos acogidos por la normativa nacional e internacional, y los acuerdos suscritos por nuestro país en la materia.

#### Art.3: Alcance

El presente código de ética de investigación es el cumplimiento obligatorio para todas las autoridades académicas, administrativas, docentes, estudiantes, egresados y administrativos de la Universidad Señor de Sipán.

### **2.7. Criterios de Rigor Científico**

En este proyecto tendremos en cuenta los principios de rigor científico como la generalización, validez, fiabilidad y replicabilidad.

#### a) Generalización

Componente importante del proceso científico, se pretende que la información extraída de una encuesta o entrevista este precisamente organizada y realizada.

#### b) Validez

Se considerará atención exacta de escoger variables sobresalientes y que guarden relación al problema de investigación.

#### c) Fiabilidad

Al adquirir las mediciones corresponden a una metodología meticulosa y científica.

Replicabilidad:

Los reglamentos y técnicas están dirigidos a agilizar la repetición de la experiencia con el propósito de alentar la contratación de resultados en proyectos de investigaciones futuras.

# **CAPÍTULO III: RESULTADOS**

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Resultados en Tablas y Figuras

##### 3.1.1. Inventario

La empresa Planet Motor's S.A.C. cuenta con un listado de máquinas que se detallan en la Tabla 6. Sin embargo, existen motores que no cuentan con la placa característica.

**Tabla 6.** *Inventario de la maquinaria de la empresa PLANET MOTOR'S SAC*

*Fuente: Elaboración propia*

ÍTEM	MÁQUINA	FABRICACIÓN	MODELO
1	Motor 1 (compresor de aire)	China	No definido
2	Motor 2 (compresor de aire)	China	No definido
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	China	No definido
4	Motor 4 (taladro de banco)	China	1LA2146-4YK30
5	Motor 5 (taladro de banco)	China	No definido
6	Motor 6 (tronzadora)	China	D28745-QS
7	Motor 7 (tronzadora)	China	D28745-QS
8	Motor 8 (máquina de coser)	China	CL-1243
9	Motor 9 (máquina de coser)	China	CL-1244
10	Motor 10 (máquina de coser)	China	CL-1245
11	Motor 11 (bomba de agua)	China	1RF425C-2YC34
12	Motor 12 (esmeril)	China	MD-200A
13	Máquina de soldar 1	Perú	PLUSMIG 300
14	Máquina de soldar 2	Perú	PLUSMIG 300
15	Máquina de soldar 3	Perú	PLUSMIG 300
16	Máquina de soldar 4	Perú	PLUSMIG 300
17	Máquina de soldar 5	Perú	PLUSMIG 300
18	Máquina de soldar 6	Perú	PLUSMIG 300
19	Máquina de soldar 7	Perú	PLUSMIG 300

### 3.1.2. Estado actual de la maquinaria

La siguiente Tabla 7 detalla el año de fabricación de cada máquina según el inventario adquirido a la empresa.

**Tabla 7.** *Estado actual*

*Fuente: Elaboración propia*

ÍTEM	MÁQUINA	FABRICACIÓN
1	Motor 1 (compresor de aire)	No definido
2	Motor 2 (compresor de aire)	No definido
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	No definido
4	Motor 4 (taladro de banco)	2013
5	Motor 5 (taladro de banco)	No definido
6	Motor 6 (tronzadora)	2014
7	Motor 7 (tronzadora)	2014
8	Motor 8 (máquina de coser)	2006
9	Motor 9 (máquina de coser)	2006
10	Motor 10 (máquina de coser)	2006
11	Motor 11 (bomba de agua)	2001
12	Motor 12 (esmeril)	2007
13	Máquina de soldar 1	2010
14	Máquina de soldar 2	2010
15	Máquina de soldar 3	2013
16	Máquina de soldar 4	2013
17	Máquina de soldar 5	2013
18	Máquina de soldar 6	2013
19	Máquina de soldar 7	2013

### 3.1.3. Adquisición de medidas para los cálculos

Para cálculos posteriores se realiza la toma de mediciones de las máquinas rotodinámicas principalmente de la intensidad de corriente con el amperímetro y luego compararla con la intensidad de la placa. Esto se resume en la Tabla 8.

**Tabla 8.** *Comparación de Corrientes*

*Fuente:* Elaboración propia

ÍTEM	MÁQUINA	INTENSIDAD DE LA PLACA (A)	INTENSIDAD MEDIDA (A)
1	Motor 1 (compresor de aire)	7.5	10.5
2	Motor 2 (compresor de aire)	10	12.1
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	8	15.3
4	Motor 4 (taladro de banco)	9	12.4
5	Motor 5 (taladro de banco)	9	13.7
6	Motor 6 (tronzadora)	10	16.1
7	Motor 7 (tronzadora)	10	15.9
8	Motor 8 (máquina de coser)	3.8	7.3
9	Motor 9 (máquina de coser)	3.8	6.8
10	Motor 10 (máquina de coser)	3.8	6.9
11	Motor 11 (bomba de agua)	7	9.7
12	Motor 12 (esmeril)	9.3	14.7

#### **3.1.4. Duración de trabajo**

En la Tabla 9, está detallado el uso diario promedio en horas aproximado de cada máquina.

**Tabla 9.** *Horas de uso diario aproximado*

**Fuente:** *Elaboración propia*

ÍTEM	MÁQUINA	HORAS DE USO DIARIO APROX. (h)
1	Motor 1 (compresor de aire)	1.5
2	Motor 2 (compresor de aire)	1.0
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	1.0
4	Motor 4 (taladro de banco)	0.5
5	Motor 5 (taladro de banco)	1.0
6	Motor 6 (tronzadora)	1.5
7	Motor 7 (tronzadora)	3.0
8	Motor 8 (máquina de coser)	4.0
9	Motor 9 (máquina de coser)	4.0
10	Motor 10 (máquina de coser)	4.0
11	Motor 11 (bomba de agua)	1.0
12	Motor 12 (esmeril)	1.5
13	Máquina de soldar 1	0.5
14	Máquina de soldar 2	0.5
15	Máquina de soldar 3	0.5
16	Máquina de soldar 4	0.5
17	Máquina de soldar 5	0.5
18	Máquina de soldar 6	0.5
19	Máquina de soldar 7	0.5

Para calcular las horas de uso mensual aproximadas se multiplican los datos de la Tabla 9 por 30 días mensuales aproximados, de esta manera se obtienen los datos que suscritos en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Promedio mensual aproximado de uso de cada máquina

**Fuente:** Elaboración propia

ÍTEM	MÁQUINA	HORAS DE USO MENSUAL APROX.
1	Motor 1 (compresor de aire)	45
2	Motor 2 (compresor de aire)	30
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	30
4	Motor 4 (taladro de banco)	15
5	Motor 5 (taladro de banco)	30
6	Motor 6 (tronzadora)	45
7	Motor 7 (tronzadora)	90
8	Motor 8 (máquina de coser)	120
9	Motor 9 (máquina de coser)	120
10	Motor 10 (máquina de coser)	120
11	Motor 11 (bomba de agua)	30
12	Motor 12 (esmeril)	45
13	Máquina de soldar 1	15
14	Máquina de soldar 2	15
15	Máquina de soldar 3	15
16	Máquina de soldar 4	15
17	Máquina de soldar 5	15
18	Máquina de soldar 6	15
19	Máquina de soldar 7	15

### 3.1.5. Potencia de Consumo

Para adquirir el consumo de cada máquina de la empresa fue necesario recurrir a la placa característica de cada una de ellas, así pues se detalla en la Tabla 11.

**Tabla 11.** Consumo de cada maquinaria de la empresa

*Fuente:* Elaboración propia

ÍTEM	MÁQUINA	POTENCIA DE CONSUMO (kW)
1	Motor 1 (compresor de aire)	1,49
2	Motor 2 (compresor de aire)	2,24
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	2,24
4	Motor 4 (taladro de banco)	1,12
5	Motor 5 (taladro de banco)	1,49
6	Motor 6 (tronzadora)	2,20
7	Motor 7 (tronzadora)	2,20
8	Motor 8 (máquina de coser)	0,56
9	Motor 9 (máquina de coser)	0,56
10	Motor 10 (máquina de coser)	0,56
11	Motor 11 (bomba de agua)	0,37
12	Motor 12 (esmeril)	0,89
13	Máquina de soldar 1	9,00
14	Máquina de soldar 2	9,00
15	Máquina de soldar 3	9,00
16	Máquina de soldar 4	9,00
17	Máquina de soldar 5	9,00
18	Máquina de soldar 6	9,00
19	Máquina de soldar 7	9,00

### 3.1.6. Eficiencia teórica

Teniendo como datos previos el consumo en kW de cada máquina según la Tabla 11, en la Tabla 12 se halla la eficiencia teórica según la Figura 8.

**Tabla 12.** Eficiencias según la IECC 60034-30

*Fuente:* Elaboración propia

ÍTEM	MÁQUINA	POTENCIA DE LA PLACA (kW)	EFICIENCIA TEÓRICA (%)
1	Motor 1 (compresor de aire)	1.49	74
2	Motor 2 (compresor de aire)	2.24	78
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	2.24	78
4	Motor 4 (taladro de banco)	1.12	76
5	Motor 5 (taladro de banco)	1.49	74
6	Motor 6 (tronzadora)	2.20	76
7	Motor 7 (tronzadora)	2.20	78
8	Motor 8 (máquina de coser)	0.56	68
9	Motor 9 (máquina de coser)	0.56	68
10	Motor 10 (máquina de coser)	0.56	68
11	Motor 11 (bomba de agua)	0.37	25
12	Motor 12 (esmeril)	0.89	73

### 3.1.7. Intensidad de corriente

La empresa en estudio, para la ejecución de las diferentes actividades tiene motores monofásicos y trifásicos. Es por ello en la Tabla 13 que se determinará la intensidad de corriente de cada uno de ellos recurriendo a las ecuaciones (4) y (5) si es conexión monofásica o trifásica respectivamente tal como se muestra en el Anexo 1.

**Tabla 13.** *Tabla de intensidades comparativas*

**Fuente:** *Elaboración propia*

ÍTE M	MÁQUINA	INTENSIDA D DE PLACA (A)	INTENSIDAD CALCULADA (A)	INTENSIDA D MEDIDA (A)
1	Motor 1 (compresor de aire)	7.5	3.24	10.5
2	Motor 2 (compresor de aire)	10	4.53	12.1
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	8.0	4.25	15.3
4	Motor 4 (taladro de banco)	9.0	5.71	12.4
5	Motor 5 (taladro de banco)	9.0	7.62	13.7
6	Motor 6 (tronzadora)	10.0	12.82	16.1
7	Motor 7 (tronzadora)	10.0	12.82	15.9
8	Motor 8 (máquina de coser)	3.8	3.63	7.3
9	Motor 9 (máquina de coser)	3.8	3.63	6.8
10	Motor 10 (máquina de coser)	3.8	3.63	6.9
11	Motor 11 (bomba de agua)	7.0	1.88	9.7
12	Motor 12 (esmeril)	9.3	4.57	14.7

### **3.1.8. Potencia de entrada.**

Para determinar la potencia de entrada en los motores monofásicos y trifásicos recurrimos a la Tabla 3 y se aplicará las ecuaciones correspondientes a cada tipo de máquina. Los cálculos se detallan en el Anexo 2 y están resumidos en la Tabla 14.

**Tabla 14.** *Resumen de la potencia*

**Fuente:** *Elaboración propia*

ÍTEM	MÁQUINA	POTENCIA DEMANDADA (kW)
1	Motor 1 (compresor de aire)	4.84
2	Motor 2 (compresor de aire)	5.97
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	8.06
4	Motor 4 (taladro de banco)	2.43
5	Motor 5 (taladro de banco)	2.68
6	Motor 6 (tronzadora)	2.76
7	Motor 7 (tronzadora)	2.73
8	Motor 8 (máquina de coser)	1.12
9	Motor 9 (máquina de coser)	1.05
10	Motor 10 (máquina de coser)	1.06
11	Motor 11 (bomba de agua)	1.92
12	Motor 12 (esmeril)	2.88

### 3.1.9. Cálculo de la velocidad síncrona

En este caso se tomarán datos mediante la placa característica y el uso de un tacómetro digital. En la Tabla 15 se realiza la comparación correspondiente.

**Tabla 15.** *Comparación de RPM*

*Fuente:* *Elaboración propia*

ÍTEM	MÁQUINA	RPM PLACA	RPM MEDIDO
1	Motor 1 (compresor de aire)	1730	1750
2	Motor 2 (compresor de aire)	1680	1700
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	1680	1730
4	Motor 4 (taladro de banco)	1780	1790
5	Motor 5 (taladro de banco)	1700	1750
6	Motor 6 (tronzadora)	3450	3550
7	Motor 7 (tronzadora)	3450	3550
8	Motor 8 (máquina de coser)	2850	3250
9	Motor 9 (máquina de coser)	2850	3190
10	Motor 10 (máquina de coser)	2850	3190
11	Motor 11 (bomba de agua)	3400	3460
12	Motor 12 (esmeril)	3450	3500

Ahora podemos hallar las velocidades síncronas según la ecuación (6) teniendo presente la ficha técnica y que la frecuencia utilizada es de 60Hz. En la Tabla 16 se detallan los resultados obtenidos.

**Tabla 16.** Comparación de velocidades

*Fuente:* Elaboración propia

ÍTEM	MÁQUINA	VELOCIDAD SÍNCRONA (RPM)	VELOCIDAD DEL ROTOR (RPM)
1	Motor 1 (compresor de aire)	1800	1700
2	Motor 2 (compresor de aire)	1800	1755
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	1800	1755
4	Motor 4 (taladro de banco)	1800	1730
5	Motor 5 (taladro de banco)	1800	1700
6	Motor 6 (tronzadora)	3600	3540
7	Motor 7 (tronzadora)	3600	3555
8	Motor 8 (máquina de coser)	3600	3560
9	Motor 9 (máquina de coser)	3600	3560
10	Motor 10 (máquina de coser)	3600	3560
11	Motor 11 (bomba de agua)	3600	3545
12	Motor 12 (esmeril)	3600	3565

### 3.1.10. Deslizamiento

En este apartado se utiliza la ecuación (7) para adquirir los resultados que se suscriben en la Tabla 17.

**Tabla 17. Deslizamiento***Fuente: Elaboración propia*

ÍTEM	MÁQUINA	DESLIZAMIENTO (RPM)
1	Motor 1 (compresor de aire)	50
2	Motor 2 (compresor de aire)	100
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	70
4	Motor 4 (taladro de banco)	10
5	Motor 5 (taladro de banco)	50
6	Motor 6 (tronzadora)	50
7	Motor 7 (tronzadora)	50
8	Motor 8 (máquina de coser)	400
9	Motor 9 (máquina de coser)	410
10	Motor 10 (máquina de coser)	410
11	Motor 11 (bomba de agua)	140
12	Motor 12 (esmeril)	100

**3.1.11. Factor de carga**

En la Tabla 18 y empleando la ecuación (8) adquirimos el factor de carga para cada una de las máquinas.

**Tabla 18. Factor de carga***Fuente: Elaboración propia*

ÍTEM	MÁQUINA	FACTOR DE CARGA
1	Motor 1 (compresor de aire)	0.71
2	Motor 2 (compresor de aire)	0.83
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	0.58
4	Motor 4 (taladro de banco)	0.50
5	Motor 5 (taladro de banco)	0.50
6	Motor 6 (tronzadora)	0.33
7	Motor 7 (tronzadora)	0.33
8	Motor 8 (máquina de coser)	0.53
9	Motor 9 (máquina de coser)	0.55
10	Motor 10 (máquina de coser)	0.55
11	Motor 11 (bomba de agua)	0.70
12	Motor 12 (esmeril)	0.67

### 3.1.12. Potencia de salida estimada

Al utilizar los datos de la Tabla 18 y de la ecuación (10) obtendremos la potencia mecánica o potencia de salida según la Tabla 19.

**Tabla 19.** *Potencia de salida*

**Fuente:** *Elaboración propia*

ÍTEM	MÁQUINA	POTENCIA DE SALIDA (kW)
1	Motor 1 (compresor de aire)	0.50
2	Motor 2 (compresor de aire)	0.63
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	0.47
4	Motor 4 (taladro de banco)	0.45
5	Motor 5 (taladro de banco)	0.45
6	Motor 6 (tronzadora)	0.26
7	Motor 7 (tronzadora)	0.26
8	Motor 8 (máquina de coser)	0.37
9	Motor 9 (máquina de coser)	0.38
10	Motor 10 (máquina de coser)	0.38
11	Motor 11 (bomba de agua)	0.63
12	Motor 12 (esmeril)	0.59

### 3.1.13. Eficiencia mecánica

Para encontrar la eficiencia mecánica detallada en la Tabla 20 se utilizará la ecuación (1) de la siguiente manera:

**Tabla 20.** Eficiencia mecánica de los motores de la empresa

*Fuente:* Elaboración propia

ÍTEM	MÁQUINA	EFICIENCIA MECÁNICA
1	Motor 1 (compresor de aire)	0.10
2	Motor 2 (compresor de aire)	0.10
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	0.06
4	Motor 4 (taladro de banco)	0.18
5	Motor 5 (taladro de banco)	0.17
6	Motor 6 (tronzadora)	0.09
7	Motor 7 (tronzadora)	0.10
8	Motor 8 (máquina de coser)	0.33
9	Motor 9 (máquina de coser)	0.37
10	Motor 10 (máquina de coser)	0.36
11	Motor 11 (bomba de agua)	0.33
12	Motor 12 (esmeril)	0.21

#### **3.1.14. Pérdidas de potencia**

Al reemplazar los datos de la Tabla 14 y la Tabla 19 en la ecuación (2), se determinará la pérdida de potencia detallada en la Tabla 21.

**Tabla 21. Pérdidas de potencia**

*Fuente: Elaboración propia*

ÍTEM	MÁQUINA	PÉRDIDA DE POTENCIA (kW)
1	Motor 1 (compresor de aire)	4.34
2	Motor 2 (compresor de aire)	5.35
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	7.59
4	Motor 4 (taladro de banco)	1.98
5	Motor 5 (taladro de banco)	2.24
6	Motor 6 (tronzadora)	2.50
7	Motor 7 (tronzadora)	2.47
8	Motor 8 (máquina de coser)	0.75
9	Motor 9 (máquina de coser)	0.66
10	Motor 10 (máquina de coser)	0.68
11	Motor 11 (bomba de agua)	1.29
12	Motor 12 (esmeril)	2.28
TOTAL		<b>32.14</b>

### 3.1.15. Consumo de energía

Para el cálculo de la energía consumida según la Tabla 22, se utilizará los datos de la Tabla 10 y la Tabla 14 en la ecuación (23).

**Tabla 22. Consumo de energía**

**Fuente:** *Elaboración propia*

ÍTEM	MÁQUINA	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh)
1	Motor 1 (compresor de aire)	217.69
2	Motor 2 (compresor de aire)	179.19
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	241.68
4	Motor 4 (taladro de banco)	36.42
5	Motor 5 (taladro de banco)	80.47
6	Motor 6 (tronzadora)	124.32
7	Motor 7 (tronzadora)	245.56
8	Motor 8 (máquina de coser)	134.90
9	Motor 9 (máquina de coser)	125.66
10	Motor 10 (máquina de coser)	127.51
11	Motor 11 (bomba de agua)	57.62
12	Motor 12 (esmeril)	129.52

### 3.1.16. Potencia, consumo y costo de energía total

#### a) Potencia total P

En la Tabla 23 está resumida la potencia demandada y se dispone de una potencia total demandada de 100.50 kW.

**Tabla 23.** *Potencia total en kW*

*Fuente: Elaboración propia*

ÍTEM	MÁQUINA	POTENCIA DEMANDADA (kW)
1	Motor 1 (compresor de aire)	4.84
2	Motor 2 (compresor de aire)	5.97
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	8.06
4	Motor 4 (taladro de banco)	2.43
5	Motor 5 (taladro de banco)	2.68
6	Motor 6 (tronzadora)	2.76
7	Motor 7 (tronzadora)	2.73
8	Motor 8 (máquina de coser)	1.12
9	Motor 9 (máquina de coser)	1.05
10	Motor 10 (máquina de coser)	1.06
11	Motor 11 (bomba de agua)	1.92
12	Motor 12 (esmeril)	2.88
13	Máquina de soldar 1	9.00
14	Máquina de soldar 2	9.00
15	Máquina de soldar 3	9.00
16	Máquina de soldar 4	9.00
17	Máquina de soldar 5	9.00
18	Máquina de soldar 6	9.00
19	Máquina de soldar 7	9.00
	TOTAL	100.50

b) Consumo total HC

En este caso para las horas de consumo mensual aproximado se obtendrá un total de 1278 horas al mes. Esto se detalla en la Tabla 24.

**Tabla 24.** *Consumo total por mes (h)*

*Fuente: Elaboración propia*

ÍTEM	MÁQUINA	HORAS DE USO MENSUAL APROX.
1	Motor 1 (compresor de aire)	45
2	Motor 2 (compresor de aire)	30
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	30
4	Motor 4 (taladro de banco)	15
5	Motor 5 (taladro de banco)	30
6	Motor 6 (tronzadora)	45
7	Motor 7 (tronzadora)	90
8	Motor 8 (máquina de coser)	120
9	Motor 9 (máquina de coser)	120
10	Motor 10 (máquina de coser)	120
11	Motor 11 (bomba de agua)	30
12	Motor 12 (esmeril)	45
13	Máquina de soldar 1	15
14	Máquina de soldar 2	15
15	Máquina de soldar 3	15
16	Máquina de soldar 4	15
17	Máquina de soldar 5	15
18	Máquina de soldar 6	15
19	Máquina de soldar 7	15
TOTAL		825

c) Energía total CE

Al utilizar la ecuación (23), la Tabla 23 y la Tabla 24 se obtendrán los resultados resumidos en la Tabla 25. Consumo de energía total (kWh) con una energía total consumida de 2645.56 kWh al mes.

**Tabla 25.** Consumo de energía total (kWh)

*Fuente:* Elaboración propia

ÍTEM	MÁQUINA	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh)
1	Motor 1 (compresor de aire)	217.69
2	Motor 2 (compresor de aire)	179.19
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	241.68
4	Motor 4 (taladro de banco)	36.42
5	Motor 5 (taladro de banco)	80.47
6	Motor 6 (tronzadora)	124.32
7	Motor 7 (tronzadora)	245.56
8	Motor 8 (máquina de coser)	134.90
9	Motor 9 (máquina de coser)	125.66
10	Motor 10 (máquina de coser)	127.51
11	Motor 11 (bomba de agua)	57.62
12	Motor 12 (esmeril)	129.52
13	Máquina de soldar 1	135.00
14	Máquina de soldar 2	135.00
15	Máquina de soldar 3	135.00
16	Máquina de soldar 4	135.00
17	Máquina de soldar 5	135.00
18	Máquina de soldar 6	135.00
19	Máquina de soldar 7	135.00
TOTAL		2645.56

### 3.1.17. Suministro de energía

La empresa cuenta con un medidor digital que nos facilita la toma de datos, sin embargo, mediante las diferentes fórmulas también podemos determinar el consumo aproximado en un año:

$$CE_T = 2645.56 \text{ kWh} \times 12$$

$$CE_T = 31746.74 \text{ kWh}$$

**Tabla 26.** Consumo eléctrico-costo

**Fuente:** Elaboración propia

ÍTEM	CONSUMO ELÉCTRICO		
	ANUAL	MENSUAL	DIARIO
Consumo (kWh)	31746.74	2645.56	88.19
Costo total	19263.92	1605.33	53.51
Costo del kWh en soles		0.6129*	

\*Precio de energía activa actual (ver anexo 7).

### **3.1.18. Selección de motores con eficiencia alta para el ahorro de energía**

Perú es uno de los países en donde es complicado encontrar motores que gocen de una eficiencia súper-premium. Sin embargo, los motores de la marca WEG teniendo como base investigaciones pasadas serían los más adecuados.(Reginaldo, 2018)

Al hacer uso de la Tabla 3 según sea el tipo de instalación ya sea trifásica o monofásica se utilizarán las ecuaciones correspondientes adquiriendo resultados descritos en el Anexo 3 y resumidos en la Tabla 27.

**Tabla 27.** Potencias demandadas para motores IE2 e IE3

**Fuente:** Elaboración propia

ÍTEM	MÁQUINA	POTENCIA DEMANDADA (kW)
1	Motor 1 (compresor de aire)	5.86
2	Motor 2 (compresor de aire)	5.86
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	5.86
4	Motor 4 (taladro de banco)	1.59
5	Motor 5 (taladro de banco)	1.59
6	Motor 6 (tronzadora)	1.97
7	Motor 7 (tronzadora)	1.97
8	Motor 8 (máquina de coser)	0.62
9	Motor 9 (máquina de coser)	0.62
10	Motor 10 (máquina de coser)	0.62
11	Motor 11 (bomba de agua)	0.47
12	Motor 12 (esmeril)	0.62
13	Máquina de soldar 1	9.00
14	Máquina de soldar 2	9.00
15	Máquina de soldar 3	9.00
16	Máquina de soldar 4	9.00
17	Máquina de soldar 5	9.00
18	Máquina de soldar 6	9.00
19	Máquina de soldar 7	9.00

Según las diferentes fichas técnicas de los diferentes motores eléctricos se resume lo siguiente sobre la eficiencia mecánica:

**Tabla 28.** Eficiencia mecánica según en motores IE2 e IE3

*Fuente: Elaboración propia*

ÍTEM	MÁQUINA	EFICIENCIA MECÁNICA
1	Motor 1 (compresor de aire)	0.91
2	Motor 2 (compresor de aire)	0.91
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	0.91
4	Motor 4 (taladro de banco)	0.90
5	Motor 5 (taladro de banco)	0.90
6	Motor 6 (tronzadora)	0.89
7	Motor 7 (tronzadora)	0.89
8	Motor 8 (máquina de coser)	0.88
9	Motor 9 (máquina de coser)	0.88
10	Motor 10 (máquina de coser)	0.88
11	Motor 11 (bomba de agua)	0.89
12	Motor 12 (esmeril)	0.88

Además de ello, para la potencia de salida obtendremos la Tabla 29 utilizando la ecuación (10).

**Tabla 29.** Potencia de salida para motores IE2 e IE3

*Fuente: Elaboración propia*

ÍTEM	MÁQUINA	POTENCIA DE SALIDA (kW)
1	Motor 1 (compresor de aire)	1.60
2	Motor 2 (compresor de aire)	1.87
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	1.31
4	Motor 4 (taladro de banco)	0.75
5	Motor 5 (taladro de banco)	0.75
6	Motor 6 (tronzadora)	1.00
7	Motor 7 (tronzadora)	0.40
8	Motor 8 (máquina de coser)	0.41
9	Motor 9 (máquina de coser)	0.41
10	Motor 10 (máquina de coser)	0.39
11	Motor 11 (bomba de agua)	0.50
12	Motor 12 (esmeril)	10.38

Por otro lado, teniendo como datos la potencia ideal entregada por los nuevos motores se procede a calcular el consumo estimado en la Tabla 30 teniendo un total de 2161.33 kWh al mes aproximadamente.

**Tabla 30.** *Consumo estimado para motores IE2 e IE3*

**Fuente:** *Elaboración propia*

ÍTEM	MÁQUINA	CONSUMO ENERGÉTICO POR MES (kWh)
1	Motor 1 (compresor de aire)	100.00
2	Motor 2 (compresor de aire)	67.20
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	67.20
4	Motor 4 (taladro de banco)	22.50
5	Motor 5 (taladro de banco)	45.00
6	Motor 6 (tronzadora)	135.00
7	Motor 7 (tronzadora)	270.00
8	Motor 8 (máquina de coser)	90.00
9	Motor 9 (máquina de coser)	90.00
10	Motor 10 (máquina de coser)	90.00
11	Motor 11 (bomba de agua)	16.50
12	Motor 12 (esmeril)	33.75
13	Máquina de soldar 1	135.00
14	Máquina de soldar 2	135.00
15	Máquina de soldar 3	135.00
16	Máquina de soldar 4	135.00
17	Máquina de soldar 5	135.00
18	Máquina de soldar 6	135.00
19	Máquina de soldar 7	135.00
TOTAL		1972.95

Ahora, la pérdida de los motores de alta eficiencia se dará de la Tabla 31 al utilizar la ecuación (2) y los datos de la Tabla 27 y la Tabla 29.

**Tabla 31.** Pérdida de potencia mediante la IE2 e IE3

*Fuente:* Elaboración propia

ÍTEM	MÁQUINA	PÉRDIDA DE POTENCIA (kW)
1	Motor 1 (compresor de aire)	4.26
2	Motor 2 (compresor de aire)	3.99
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	4.55
4	Motor 4 (taladro de banco)	0.84
5	Motor 5 (taladro de banco)	0.84
6	Motor 6 (tronzadora)	0.97
7	Motor 7 (tronzadora)	0.97
8	Motor 8 (máquina de coser)	0.22
9	Motor 9 (máquina de coser)	0.21
10	Motor 10 (máquina de coser)	0.21
11	Motor 11 (bomba de agua)	0.08
12	Motor 12 (esmeril)	0.12
TOTAL		17.25

### 3.1.19. Potencia, consumo de energía y costo estimado según IE2 e IE3

En la Tabla 32 se describe la potencia demandada estimada al aplicar las ecuaciones de la Tabla 3 donde corresponda adquiriendo un total de 90.63 kW.

**Tabla 32.** Datos de potencia, consumo y costo calculada mediante IE2 e IE3

*Fuente:* Elaboración propia

ÍTEM	MÁQUINA	POTENCIA DEMANDADA (kW)
1	Motor 1 (compresor de aire)	5.86
2	Motor 2 (compresor de aire)	5.86
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	5.86
4	Motor 4 (taladro de banco)	1.59
5	Motor 5 (taladro de banco)	1.59
6	Motor 6 (tronzadora)	1.97
7	Motor 7 (tronzadora)	1.97
8	Motor 8 (máquina de coser)	0.62
9	Motor 9 (máquina de coser)	0.62
10	Motor 10 (máquina de coser)	0.62
11	Motor 11 (bomba de agua)	0.47
12	Motor 12 (esmeril)	0.62
13	Máquina de soldar 1	9.00
14	Máquina de soldar 2	9.00
15	Máquina de soldar 3	9.00
16	Máquina de soldar 4	9.00
17	Máquina de soldar 5	9.00
18	Máquina de soldar 6	9.00
19	Máquina de soldar 7	9.00
TOTAL		90.63

El consumo de potencia mensual proyectada será:

$$P_t = 90.63 \text{ kW}$$

Así mismo, el consumo que se estima tener:

$$CE_t = 1972.95 \text{ kWh}$$

Finalmente, el costo estimado:

$$P_{CE} = CE \times T$$

$$P_{CE} = S/. 1197.19$$

**Tabla 33.** Consumo eléctrico estimado

*Fuente:* Elaboración propia

ÍTEM	CONSUMO ELÉCTRICO		
	ANUAL	MENSUAL	DIARIO
Consumo (kWh)	23675.40	1972.95	65.77
Costo total	14366.23	1197.19	39.91
Costo del kWh en soles		0.6129*	

\*Precio de energía activa actual (ver anexo 7).

### 3.2. Costos

Al realizar la compra de nuevos motores eléctricos se deberá invertir S/. 5490.00 nuevos soles según la Tabla 34. Sin embargo, para la empresa es un precio muy elevado. Para evitar invertir esa cantidad de dinero se realizó un estudio a los motores que demandan de mayor pérdida de energía eléctrica para realizarle el mantenimiento correspondiente y lograr un óptimo funcionamiento.

**Tabla 34.** Adquisición de motores

*Fuente:* Elaboración propia

ÍTEM	MÁQUINA	COSTO EN S/.
1	Motor 1 (compresor de aire)	1000.00
2	Motor 2 (compresor de aire)	1000.00
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	1000.00
4	Motor 4 (taladro de banco)	800.00
5	Motor 5 (taladro de banco)	800.00
6	Motor 6 (tronzadora)	500.00
7	Motor 7 (tronzadora)	500.00
8	Motor 8 (máquina de coser)	600.00
9	Motor 9 (máquina de coser)	600.00
10	Motor 10 (máquina de coser)	600.00
11	Motor 11 (bomba de agua)	-
12	Motor 12 (esmeril)	500.00
	<b>TOTAL</b>	<b>7900.00</b>

En la Tabla 35 se deja constancia del costo de cada máquina para realizar el mantenimiento correctivo correspondiente consiguiendo un total de S/. 2900.00 nuevos soles de inversión inicial lo cual es aceptable ya que los ingresos de la empresa no superan los S/. 8000.00 mensuales aproximados. Después de realizar este mantenimiento se deberá realizar un mantenimiento preventivo de manera periódica cada seis meses, pero con un costo inferior al mantenimiento correctivo. (Ver anexo 8)

**Tabla 35.** *Ejecución de mantenimiento de los motores*

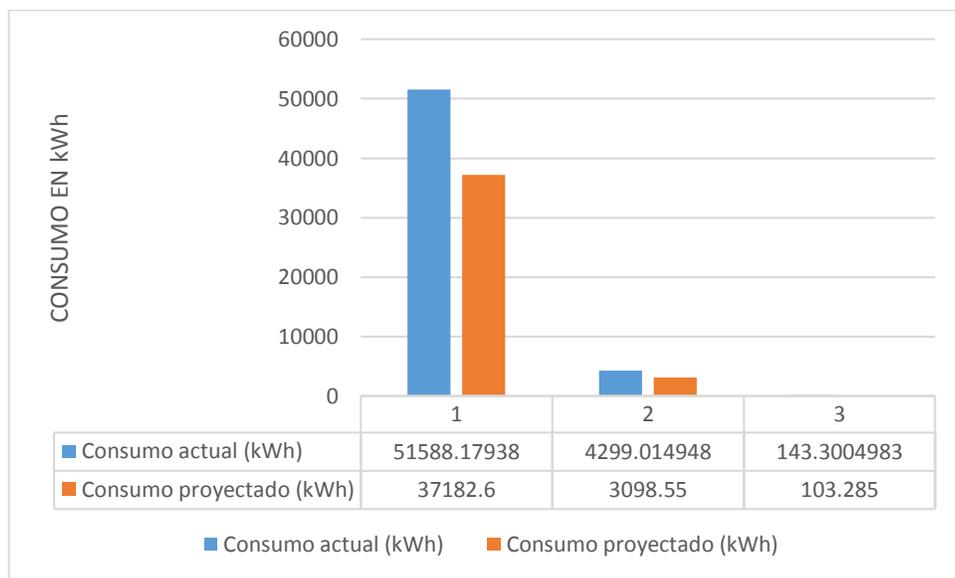
*Fuente: Elaboración propia*

ÍTEM	MÁQUINA	COSTO EN S/.
1	Motor 1 (compresor de aire)	400.00
2	Motor 2 (compresor de aire)	400.00
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	400.00
4	Motor 4 (taladro de banco)	300.00
5	Motor 5 (taladro de banco)	300.00
6	Motor 6 (tronzadora)	150.00
7	Motor 7 (tronzadora)	150.00
8	Motor 8 (máquina de coser)	200.00
9	Motor 9 (máquina de coser)	200.00
10	Motor 10 (máquina de coser)	200.00
11	Motor 11 (bomba de agua)	100.00
12	Motor 12 (esmeril)	100.00
TOTAL		2900.00

### 3.3. Discusión de Resultados

- a) Según los resultados de la Tabla 26 de la Tabla 33, deducimos lo siguiente:
- Sabiendo que el costo del kWh actual en un límite de S/. 0.6068 nuevos soles con los motores eficientes la empresa pagaría a la concesionaria un importe de S/. 1880.20 nuevos soles mensuales aproximadamente.

- Si se mantienen los equipos obsoletos, seguirá realizando pagos mensuales de S/. 2608.62 nuevos soles mensuales aproximadamente.
- Los mismo ocurre con los kWh consumidos ya sea con los quipos actuales o con los proyectados con una diferencia de 1021 kWh al mes aduciendo un ahorro de S/. 728.44 nuevos soles mensuales o su equivalente a S/. 8741.28 nuevos soles anuales aproximadamente. Esta diferencia es significativa sabiendo que los ingresos de la empresa fluctúan de 5000 a 8000 nuevos soles mensuales (según el área de contabilidad de la empresa Planet Motor´s S.A.C.). Cabe destacar que esas cifras dependen mucho de la materia prima utilizada y varía de acuerdo a épocas del año.

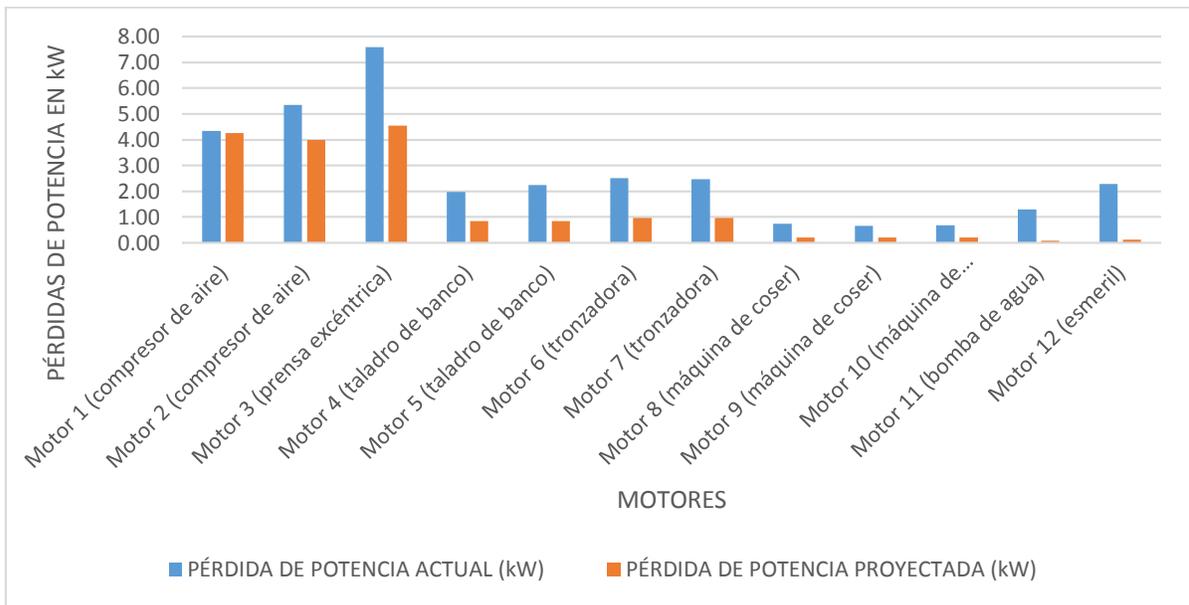


**Figura 21.** Comparación de consumo actual vs el consumo proyectado

**Fuente:** Elaboración propia

b) Según las tablas se verifica lo siguiente:

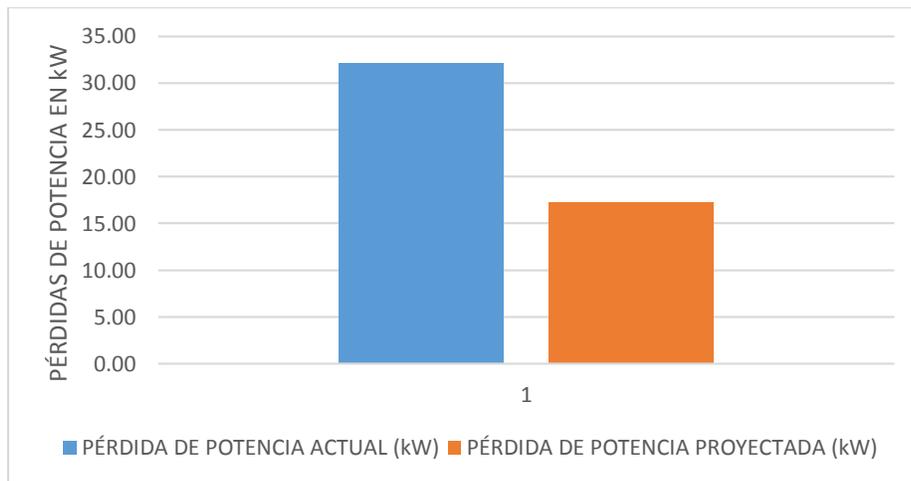
- Las pérdidas de potencia actuales son muy considerables, es decir, se requiere el cambio de los motores por otros más eficientes para evitar pérdidas excesivas.



**Figura 22.** Pérdidas de potencia en kW actual vs proyectada

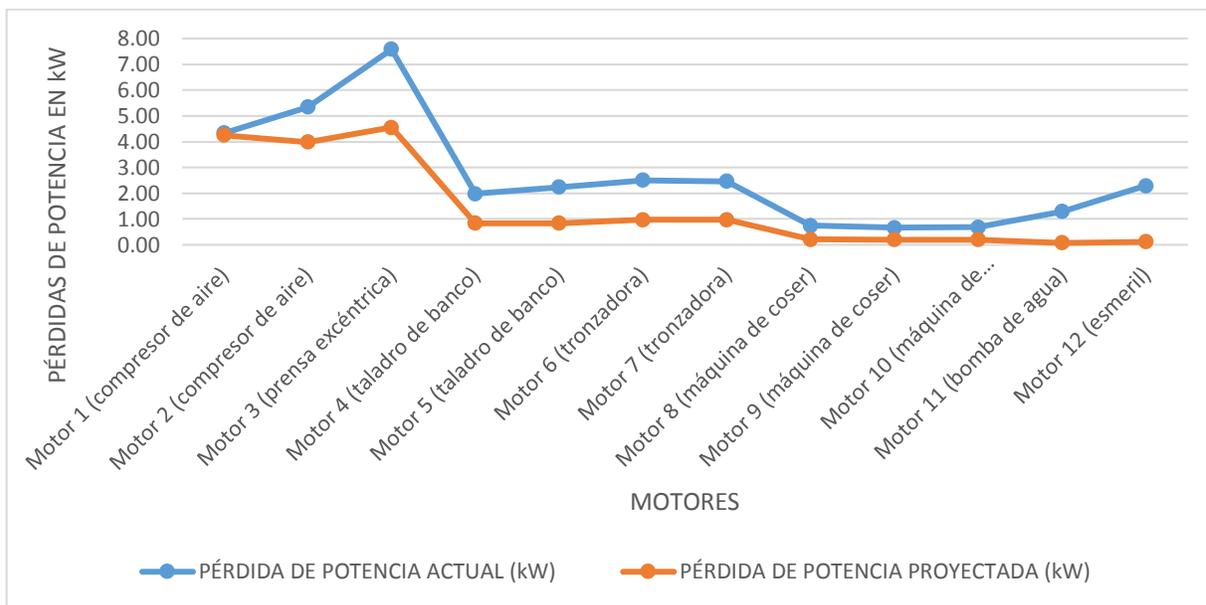
**Fuente:** Elaboración propia

- En la siguiente gráfica se muestra la pérdida total en kW tanto de los equipos actuales vs los equipos normalizados según IE2 e IE3.



**Figura 23.** Pérdidas en kW entre los motores actuales y los proyectados

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 24.** Pérdidas en kW

**Fuente:** Elaboración propia

c) Según la Tabla 34 y Tabla 35 se infiere lo siguiente:

- Al realizar la compra de motores nuevos IE2 e IE3 se tendrá que invertir un total de S/. 7900.00 nuevos soles.
- Por otro lado, en la Tabla 35 se establecen costos para verificar la inversión total que demandará por realizar un mantenimiento y que funciones de manera óptima.

### 3.4. Aporte Práctico

- Si bien es cierto hoy en día podemos encontrar una gama de productos y maquinarias eléctricas para ejecutar una determinada función, sin embargo, muchas veces son sometidos a trabajos para los que no fueron diseñados complicando su eficiencia, su vida útil y afectando su principio de funcionalidad. Esto no solo genera deterioro en estos equipos eléctricos, sino que produce un consumo inadecuado de la energía eléctrica incrementando penalidades.

- Muchas de las industrias generalmente para lograr mejoras en el proceso productivo recurren a mecanismos tecnológicos actuales cuya eficiencia es alta. Sin embargo, por temas de desconocimiento también existen industrias que carecen de tecnología apropiada para la ejecución de las diversas actividades. Esto no sólo influye en un incremento del pago de la tarifa eléctrica sino también repercute al medio ambiente ya que al hacer uso frecuente e innecesario de la electricidad estamos incidiendo en que las plantas generadoras de electricidad hagan uso de recursos adicionales para satisfacer la demanda (como sucede, por ejemplo, en las centrales térmicas).
- Los motores y en particular todas las máquinas son diseñadas para desempeñar una determinada función. De llegar a incumplir esto generará el aumento en las pérdidas mecánicas y eléctricas.
- Realizar un balance adecuado de los diferentes circuitos eléctricos para que esto no repercuta en el correcto funcionamiento de las máquinas eléctricas.
- En esta investigación se tomaron datos reales de la empresa lo que conlleva a ser de carácter aplicativo. Generando la disminución de pérdidas e incrementando la producción.

**CAPÍTULO IV:**  
**CONCLUSIONES Y**  
**RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

- Se recurrió a la adquisición de las fichas técnicas de las diferentes máquinas para realizar el estudio. Sin embargo, aquellas que no fueron facilitadas se recurrió a páginas de internet confiables a fin de poder adquirirlas.
- Al hacer el análisis se determinó qué máquinas son las que generan mayor consumo de energía eléctrica y que tienen más pérdidas propagando el aumento de penalidades y costos.
- Se tomaron muestras experimentales para obtener resultados mediante la aplicación de ecuaciones suscritas en esta investigación.
- Se determinó que la adquisición de maquinarias nuevas demanda de mucha inversión (no aceptable para la empresa), es por ello que dimos la opción de realizar un mantenimiento a todas las máquinas lo cual es más factible.
- Por otro lado, según datos obtenidos se llegó a la conclusión que de adquirir motores cuya eficiencia sea IE2 o IE3 habrá un ahorro de S/. 728.44 aproximados en un mes lo que es significativo para ingresos mensuales de 5000 a 8000 soles aproximadamente (según el área contabilidad).

## RECOMENDACIONES

- Para la toma de datos es necesario conocer el principio de funcionamiento de cada máquina y al trabajo al que está sometida para realizar el análisis correspondiente.
- Es necesario tener datos técnicos de cada máquina para la ejecución de las ecuaciones y credibilidad de los diferentes datos obtenidos.
- Los motores cuya eficiencia es alta, serán de mucha importancia para el ahorro energético, conservación medioambiental e incremento de la vida útil según fábrica.
- Se requiere el cambio de los circuitos eléctricos de la planta realizando un adecuado balanceo de cargas para generar menos pérdidas.
- Se propone diseñar un banco de condensadores para disminuir penalidades y favorecer económicamente a la empresa que ha sido objeto de estudio en este proyecto.
- Se recomienda realizar mantenimiento de manera periódica a todas las máquinas para evitar recalentamientos y otros fenómenos que repercutan en su óptimo funcionamiento.

## REFERENCIAS

- Brown Espinoza, D. antonio, & Charcopa Caicedo, R. J. (2009). *Auditoria energetica de la estacion de bombeo de Esmeraldas del poliducto Esmeraldas-Quito.*
- Bustamante Cutipa, C. I., & Salas Casatillo, A. (2018). *Estudio de la eficiencia energética para el mejoramiento del uso de la energía eléctrica en una empresa embotelladora industrial de agua de la región del cusco.*
- Díaz Zurita, D. G. (2018). *Auditoría energética para disminuir el consumo de energía eléctrica en la planta procesadora el Lirio S.A.C. ubicado en el distrito de la Victoria - Chiclayo - Lambayeque.*
- Fiestas Farfán, B. (2011). *Ahorro energético en el sistema eléctrico de la Universidad de Piura-campus Piura.*
- Gómez, M., & Fabricio, E. (2015). *Diseño y construcción de un banco de pruebas para control de factor de potencia.*
- Gómez Salazar, J. L. (2013). *Propuesta para la mejora de la eficiencia energética en el sistema de aire comprimido de la empresa Durman Esquivel Guatemala S.A.*
- Gonzáles Mena, J. (2015). *Metodología para el diseño y dimensionamiento adecuado de banco de capacitores para corrección de factor de potencia en la empresa Yambersa.*
- González, O., Pavas, A., & Sánchez, S. (2017). *Quantification of electrical energy savings in residential customers through demand management strategies.*
- Guerra Valdes, P. F. (2018). *Estudio del comportamiento de la potencia reactiva en sistemas zonales y propuesta de criterios para la compensación en subestaciones AT/MT.*
- Hedman, Å. (2016). *Energy-efficient city planning.*

- Huangal Ugas, C. D. (2018). *Proyecto de inversión para la instalación de una planta ensambladora de máquinas de soldar para la empresa Soldamundo Importaciones S.A.C.*
- Juárez Cervantes, J. D. (1995). *Sistemas de distribución de energía eléctrica.*
- Malama, A., Makashini, L., Abanda, H., Ng'ombe, A., & Mudenda, P. (2015). *A comparative analysis of energy usage and energy efficiency behavior in low-and high-income households: The Case of Kitwe, Zambia.*
- MINEM. (2011). *Guía de orientación para la selección de la tarifa eléctrica a usuarios finales en baja tensión. Direccion General de Electricidad.*
- Osinerghmin. (2016). *La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país.*
- Pérez Pinedo, O. F. (2014). *Modelo de gestión y eficiencia en los procesos energéticos para plantas industriales de la región ancash.*
- Ramos Ramos, E. D. (2018). *Análisis de la eficiencia energética y calidad de la energía eléctrica en la planta industrial de procesamiento de alimentos Agroindustrias Cirnma S.R.L. en la región Puno.*
- Reginaldo Quispe, E. R. (2018). *Evaluación de eficiencia energética de máquinas herramientas en el taller automotriz del IESTP Mario Gutiérrez López, Orcotuna -Concepción.* 138. Retrieved from [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4506/Reginaldo Q..pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4506/Reginaldo%20Q..pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Vargas Espinoza, I. H. (2017). *Implementación de un banco de condensadores para aumentar el factor de potencia en la Empresa Fibraforte Año 2015.*

## ANEXOS

### Anexo 1

#### Cálculos para hallar la intensidad de corriente

En todos los casos se hallará la corriente de cada máquina haciendo uso de la ecuación (5) para el caso de conexión trifásica y la ecuación (4) para conexiones monofásicas:

a) Motor 1 (compresor de aire)

Según datos de placa, tenemos:

- P: 1.49kW
- V: 380V
- Factor de potencia: 0.70

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{1491.40}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.70}$$

$$I = 3.24 \text{ A}$$

b) Motor 2 (compresor de aire)

Según datos de placa, tenemos:

- P: 2.24kW
- V: 380V
- Factor de potencia: 0.75

Hallando la intensidad:

$$I = \frac{2237.10}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.75}$$

$$I = 4.53 A$$

c) Motor 3 (prensa excéntrica)

Según datos de placa, tenemos:

- P: 2.24kW
- V: 380V
- Factor de potencia: 0.80

Hallando la intensidad:

$$I = \frac{2237.10}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.80}$$

$$I = 4.25 A$$

d) Motor 4 (taladro de banco)

Según datos de placa, tenemos:

- P: 1.12kW
- V: 220V
- Factor de potencia: 0.89

Hallando la intensidad:

$$I = \frac{1118.55}{220 \times 0.89}$$

$$I = 5.71 A$$

e) Motor 5 (taladro de banco)

Según datos de placa, tenemos:

- P: 1.49kW

- V: 220V
- Factor de potencia: 0.89

Hallando la intensidad:

$$I = \frac{1491.40}{220 \times 0.89}$$

$$I = 7.62 A$$

f) Motor 6 (tronzadora)

Según datos de placa, tenemos:

- P: 2.20kW
- V: 220V
- Factor de potencia: 0.78

Hallando la intensidad:

$$I = \frac{2200.00}{220 \times 0.78}$$

$$I = 12.82 A$$

g) Motor 7 (tronzadora)

Según datos de placa, tenemos:

- P: 2.20kW
- V: 220V
- Factor de potencia: 0.78

Hallando la intensidad:

$$I = \frac{2200.00}{220 \times 0.78}$$

$$I = 12.82 A$$

h) Motor 8 (máquina de coser)

Según datos de placa, tenemos:

- P: 0.56kW
- V: 220V
- Factor de potencia: 0.70

Hallando la intensidad:

$$I = \frac{559.28}{220 \times 0.70}$$

$$I = 3.63 A$$

i) Motor 9 (máquina de coser)

Según datos de placa, tenemos:

- P: 0.56kW
- V: 220V
- Factor de potencia: 0.70

Hallando la intensidad:

$$I = \frac{559.28}{220 \times 0.70}$$

$$I = 3.63 A$$

j) Motor 10 (máquina de coser)

Según datos de placa, tenemos:

- P: 0.56kW

- V: 220V
- Factor de potencia: 0.70

Hallando la intensidad:

$$I = \frac{559.28}{220 \times 0.70}$$

$$I = 3.63 A$$

k) Motor 11 (bomba de agua)

Según datos de placa, tenemos:

- P: 0.37kW
- V: 220V
- Factor de potencia: 0.90

Hallando la intensidad:

$$I = \frac{372.85}{220 \times 0.90}$$

$$I = 1.88 A$$

l) Motor 12 (esmeril)

Según datos de placa, tenemos:

- P: 0.89kW
- V: 220V
- Factor de potencia: 0.89

Hallando la intensidad:

$$I = \frac{894.84}{220 \times 0.89}$$

$$I = 4.57 \text{ A}$$

## Anexo 2

### Potencia de entrada

a) Motor 1 (compresor de aire)

$$P = \sqrt{3} \times 380 \times 10.5 \times 0.70$$

$$P = 4837.62 \text{ W}$$

$$P = 4.84 \text{ kW}$$

b) Motor 2 (compresor de aire)

$$P = \sqrt{3} \times 380 \times 12.1 \times 0.75$$

$$P = 5972.98 \text{ W}$$

$$P = 5.97 \text{ kW}$$

c) Motor 3 (prensa excéntrica)

$$P = \sqrt{3} \times 380 \times 15.3 \times 0.80$$

$$P = 8056.11 \text{ W}$$

$$P = 8.06 \text{ kW}$$

d) Motor 4 (taladro de banco)

$$P = 220 \times 12.4 \times 0.89$$

$$P = 2427.92 \text{ W}$$

$$P = 2.43 \text{ kW}$$

e) Motor 5 (taladro de banco)

$$P = 220 \times 13.7 \times 0.89$$

$$P = 2682.46 \text{ W}$$

$$P = 2.68 \text{ kW}$$

f) Motor 6 (tronzadora)

$$P = 220 \times 16.1 \times 0.78$$

$$P = 2762.76 \text{ W}$$

$$P = 2.76 \text{ kW}$$

g) Motor 7 (tronzadora)

$$P = 220 \times 15.9 \times 0.78$$

$$P = 2728.44 \text{ W}$$

$$P = 2.73 \text{ kW}$$

h) Motor 8 (máquina de coser)

$$P = 220 \times 7.3 \times 0.7$$

$$P = 1124.20 \text{ W}$$

$$P = 1.12 \text{ kW}$$

i) Motor 9 (máquina de coser)

$$P = 220 \times 6.8 \times 0.7$$

$$P = 1047.20 \text{ W}$$

$$P = 1.04 \text{ kW}$$

j) Motor 10 (máquina de coser)

$$P = 220 \times 6.9 \times 0.7$$

$$P = 1062.60 \text{ W}$$

$$P = 1.06 \text{ kW}$$

k) Motor 11 (bomba de agua)

$$P = 220 \times 9.7 \times 0.9$$

$$P = 1920.60 \text{ W}$$

$$P = 1.92 \text{ kW}$$

l) Motor 12 (esmeril)

$$P = 220 \times 14.7 \times 0.89$$

$$P = 2878.26 \text{ W}$$

$$P = 2.88 \text{ kW}$$

### Anexo 3

#### Consumo de energía

a) Motor 1 (compresor de aire)

Potencias:

$$P_1 = 4.84 \text{ kW}$$

Horas de consumo:

$$HC_1 = 45 \text{ h}$$

Consumo de energía:

$$CE_1 = 4.84 \text{ kW} \times 45 \text{ h}$$

$$CE_1 = 217.69 \text{ kWh}$$

b) Motor 2 (compresor de aire)

Potencias:

$$P_2 = 5.97 \text{ kW}$$

Horas de consumo:

$$HC_2 = 30 \text{ h}$$

Consumo de energía:

$$CE_2 = 5.97 \text{ kW} \times 30 \text{ h}$$

$$CE_2 = 179.19 \text{ kWh}$$

c) Motor 3 (prensa excéntrica)

Potencias:

$$P_3 = 8.06 \text{ kW}$$

Horas de consumo:

$$HC_3 = 30 \text{ h}$$

Consumo de energía:

$$CE_3 = 8.06 \text{ kW} \times 30 \text{ h}$$

$$CE_3 = 241.68 \text{ kWh}$$

d) Motor 4 (taladro de banco)

Potencias:

$$P_4 = 2.43 \text{ kW}$$

Horas de consumo:

$$HC_4 = 15 \text{ h}$$

Consumo de energía:

$$CE_4 = 2.43 \text{ kW} \times 15 \text{ h}$$

$$CE_4 = 36.42 \text{ kWh}$$

e) Motor 5 (taladro de banco)

Potencias:

$$P_5 = 2.68 \text{ kW}$$

Horas de consumo:

$$HC_5 = 30 \text{ h}$$

Consumo de energía:

$$CE_5 = 2.68 \text{ kW} \times 30 \text{ h}$$

$$CE_5 = 80.47 \text{ kWh}$$

f) Motor 6 (tronzadora)

Potencias:

$$P_6 = 2.76 \text{ kW}$$

Horas de consumo:

$$HC_6 = 45 \text{ h}$$

Consumo de energía:

$$CE_6 = 2.76 \text{ kW} \times 45 \text{ h}$$

$$CE_6 = 124.32 \text{ kWh}$$

g) Motor 7 (tronzadora)

Potencias:

$$P_7 = 2.73 \text{ kW}$$

Horas de consumo:

$$HC_7 = 90 \text{ h}$$

Consumo de energía:

$$CE_7 = 2.73 \text{ kW} \times 90 \text{ h}$$

$$CE_7 = 245.56 \text{ kWh}$$

h) Motor 8 (máquina de coser)

Potencias:

$$P_8 = 1.12 \text{ kW}$$

Horas de consumo:

$$HC_8 = 120 \text{ h}$$

Consumo de energía:

$$CE_8 = 1.12 \text{ kW} \times 120 \text{ h}$$

$$CE_8 = 134.90 \text{ kWh}$$

i) Motor 9 (máquina de coser)

Potencias:

$$P_9 = 1.05 \text{ kW}$$

Horas de consumo:

$$HC_9 = 120 \text{ h}$$

Consumo de energía:

$$CE_9 = 1.05 \text{ kW} \times 120 \text{ h}$$

$$CE_9 = 125.66 \text{ kWh}$$

j) Motor 10 (máquina de coser)

Potencias:

$$P_{10} = 1.06 \text{ kW}$$

Horas de consumo:

$$HC_{10} = 120 \text{ h}$$

Consumo de energía:

$$CE_{10} = 1.06 \text{ kW} \times 120 \text{ h}$$

$$CE_{10} = 127.51 \text{ kWh}$$

k) Motor 11 (bomba de agua)

Potencias:

$$P_{11} = 1.92 \text{ kW}$$

Horas de consumo:

$$HC_{11} = 30 \text{ h}$$

Consumo de energía:

$$CE_{11} = 1.92 \text{ kW} \times 30 \text{ h}$$

$$CE_{11} = 57.62 \text{ kWh}$$

l) Motor 12 (esmeril)

Potencias:

$$P_{12} = 2.88 \text{ kW}$$

Horas de consumo:

$$HC_{12} = 45 \text{ h}$$

Consumo de energía:

$$CE_{12} = 2.88 \text{ kW} \times 45 \text{ h}$$

$$CE_{12} = 129.52 \text{ kWh}$$

## Anexo 4

### Selección de motores con eficiencia alta para el ahorro de energía

a) Motor 1 (compresor de aire)

- Potencia, 2.24kW
- RPM, 2200
- Tensión, 380V
- Intensidad, 10A
- Factor de potencia, 0.89
- Eficiencia mecánica, 0.91

$$P = \sqrt{3} \times 380 \times 10 \times 0.89$$

$$P = 5857.80 \text{ W}$$

$$P = 5.86 \text{ kW}$$

b) Motor 2 (compresor de aire)

- Potencia, 2.24kW
- RPM, 2200
- Tensión, 380V
- Intensidad, 10A
- Factor de potencia, 0.89
- Eficiencia mecánica, 0.91

$$P = \sqrt{3} \times 380 \times 10 \times 0.89$$

$$P = 5857.80 \text{ W}$$

$$P = 5.86 \text{ kW}$$

c) Motor 3 (prensa excéntrica)

- Potencia, 2.24kW
- RPM, 2200
- Tensión, 380V
- Intensidad, 10A
- Factor de potencia, 0.89
- Eficiencia mecánica, 0.91

$$P = \sqrt{3} \times 380 \times 10 \times 0.89$$

$$P = 5857.80 \text{ W}$$

$$P = 5.86 \text{ kW}$$

d) Motor 4 (taladro de banco)

- Potencia, 1.5kW
- RPM, 3225
- Tensión, 220V
- Intensidad, 8.5A
- Factor de potencia, 0.85
- Eficiencia mecánica, 0.9

$$P = 220 \times 8.5 \times 0.85$$

$$P = 1589.50 \text{ W}$$

$$P = 1.59 \text{ kW}$$

e) Motor 5 (taladro de banco)

- Potencia, 1.5kW
- RPM, 3225
- Tensión, 220V
- Intensidad, 8.5A
- Factor de potencia, 0.85
- Eficiencia mecánica, 0.9

$$P = 220 \times 8.5 \times 0.85$$

$$P = 1589.50 \text{ W}$$

$$P = 1.59 \text{ kW}$$

f) Motor 6 (tronzadora)

- Potencia, 3kW
- RPM, 3475
- Tensión, 220V
- Intensidad, 10.8A
- Factor de potencia, 0.83
- Eficiencia mecánica, 0.89

$$P = 220 \times 10.8 \times 0.83$$

$$P = 1972.08 \text{ W}$$

$$P = 1.97 \text{ kW}$$

g) Motor 7 (tronzadora)

- Potencia, 3kW
- RPM, 3475
- Tensión, 220V
- Intensidad, 10.8A
- Factor de potencia, 0.83
- Eficiencia mecánica, 0.89

$$P = 220 \times 10.8 \times 0.83$$

$$P = 1972.08 \text{ W}$$

$$P = 1.97 \text{ kW}$$

h) Motor 8 (máquina de coser)

- Potencia, 0.75kW
- RPM, 1755
- Tensión, 220V
- Intensidad, 3.5A
- Factor de potencia, 0.8
- Eficiencia mecánica, 0.88

$$P = 220 \times 3.5 \times 0.8$$

$$P = 616.00 \text{ W}$$

$$P = 0.62 \text{ kW}$$

i) Motor 9 (máquina de coser)

- Potencia, 0.75kW
- RPM, 1755
- Tensión, 220V
- Intensidad, 3.5A
- Factor de potencia, 0.8
- Eficiencia mecánica, 0.88

$$P = 220 \times 3.5 \times 0.8$$

$$P = 616.00 \text{ W}$$

$$P = 0.62 \text{ kW}$$

j) Motor 10 (máquina de coser)

- Potencia, 0.75kW
- RPM, 1755
- Tensión, 220V
- Intensidad, 3.5A
- Factor de potencia, 0.8
- Eficiencia mecánica, 0.88

$$P = 220 \times 3.5 \times 0.8$$

$$P = 616.00 \text{ W}$$

$$P = 0.62 \text{ kW}$$

k) Motor 11 (bomba de agua)

- Potencia, 0.55kW
- RPM, 1665
- Tensión, 220V
- Intensidad, 2.5A
- Factor de potencia, 0.85
- Eficiencia mecánica, 0.89

$$P = 220 \times 2.5 \times 0.85$$

$$P = 467.5 \text{ W}$$

$$P = 0.47 \text{ kW}$$

l) Motor 12 (esmeril)

- Potencia, 0.75kW
- RPM, 1755
- Tensión, 220V
- Intensidad, 3.5A
- Factor de potencia, 0.8
- Eficiencia mecánica, 0.88

$$P = 220 \times 3.5 \times 0.8$$

$$P = 616 \text{ W}$$

$$P = 0.62 \text{ kW}$$

## Anexo 5

Para el registro de las diferentes máquinas se utilizará el siguiente formato

**Tabla 36.** *Registro de maquinarias*

*Fuente: Elaboración propia*

ÍTEM	MÁQUINA	FABRICACIÓN	MODELO
1	Máquina 1		
2	Máquina 2		
3	Máquina 3		
4	Máquina 4		
5	Máquina 5		
6	Máquina 6		
7	Máquina 7		
.			
.			
.			
n	Máquina n		

**Tabla 37.** *Registro de datos*

*Fuente: Elaboración propia*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	POTENCIA	CONSUMO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
.			
.			
.			
n			

## Anexo 6

### Código de ética del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP)



## **CÓDIGO DE ETICA DEL CIP**

**APROBADO EN LA III SESIÓN ORDINARIA DEL CONGRESO NACIONAL DE CONSEJOS  
DEPARTAMENTALES DEL PERÍODO 1998 - 1999  
EN LA CIUDAD DE TACNA 22, 23 Y 24 ABRIL 1999**



[www.uss.edu.pe](http://www.uss.edu.pe)

# **CÓDIGO DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN DE LA USS**

VERSIÓN 03

RATIFICADO POR ACUERDO DE CONSEJO UNIVERSITARIO CON RESOLUCIÓN  
RECTORAL N° 0851-2017/USS

CHICLAYO - PERÚ

## Anexo 7

### Costo de energía activa impuesto por la concesionaria

Av. EL DORADO Nº 1960 1er PISO CPMen. NUEVO SAN LORENZO III ETAPA

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTE FACTURADOS	
Tensión y SED	380/220 V - BT / D-200051	Recibo por Consumo del 31/12/2019 al 29/01/2020	
Sist. Eléctrico	S201 Chiclayo (ST2)	Cargo Fijo	3.53
Tipo de Conexión	Trifásica-Aérea(C2.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la	1.47
Opción Tarifaria	BT5B - Residencial	Energía Activa(S/ 0.6129 x 353.0000 Kwh)	216.35
Medidor Nº	000000607219734 - Electrón.	Alumbrado Publico ( Alícuota : S/ 0.3974)	13.91
Hilos	4	Interés Compensatorio	0.14
Lectura Anterior	15,140.00 (30/12/2019)	Ajuste Tarifario	2.36
Lectura Actual	15,493.00 (29/01/2020)	SUB TOTAL	237.76
Diferencia de	353.00	Imp. Gral. a las Ventas	42.80
Factor	1.0000	Interés Moratorio	0.02
Consumo	353.00 kWh	Saldo por redondeo	-0.04

## Anexo 8

### Proforma



Sucursal Chiclayo

Celular: +51945968360

Proforma

Cant.	Descripción	IMPORTE
1	Motor 1 (compresor de aire)	400
2	Motor 2 (compresor de aire)	400
3	Motor 3 (prensa excéntrica)	400
4	Motor 4 (taladro de banco)	300
5	Motor 5 (taladro de banco)	300
6	Motor 6 (tronzadora)	150
7	Motor 7 (tronzadora)	150
8	Motor 8 (máquina de coser)	200
9	Motor 9 (máquina de coser)	200
10	Motor 10 (máquina de coser)	200
11	Motor 11 (bomba de agua)	100
12	Motor 12 (esmeril)	100
	TOTAL	2900

## Anexo 9

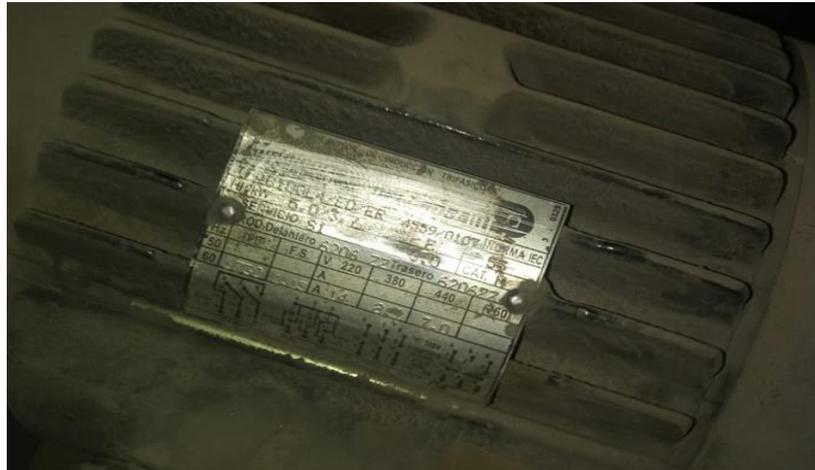
### Placa característica del motor de la tronadora



*Figura 25.* Placa característica del motor de la tronadora

*Fuente:* Propia

### Placa característica del motor compresor de aire



*Figura 26.* Motor del compresor de aire

*Fuente:* Propia

### Placa característica del motor del taladro de banco 1



*Figura 27.* Motor de taladro de banco

*Fuente:* Propia

### Placa característica del motor del esmeril



*Figura 28.* Motor del esmeril

*Fuente:* Propia

## Adquisición de datos



*Figura 29.* Adquisición de datos

*Fuente:* Propia



*Figura 30.* Toma de datos a través del amperímetro

*Fuente:* Propia

## Anexo 10

### Normas según la IEC 60034-30

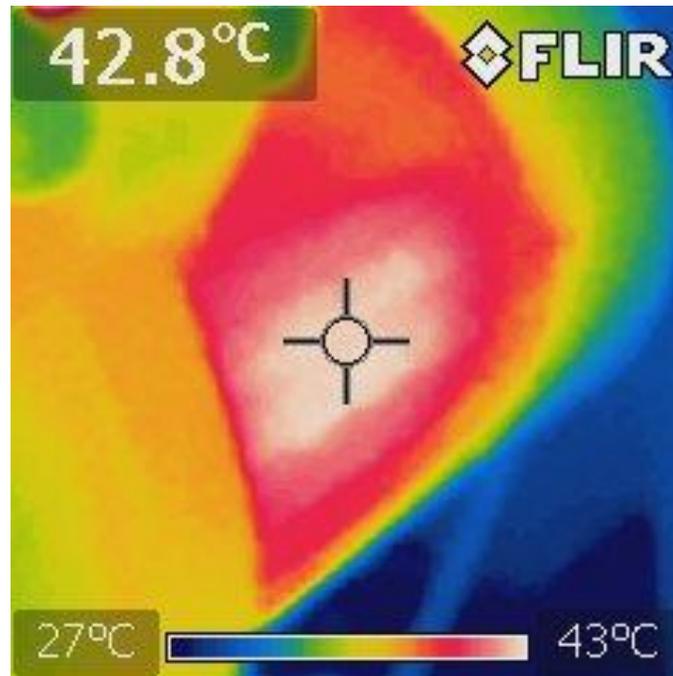
Clases de rendimiento	MEPS de la UE	EISA 2007	Norma de ensayo	Norma de rendimiento
IEC 60034-30			IEC 60034-2-1	MEPS
IE3 Eficiencia Premium	IE3 Eficiencia Premium	Los valores de IE3 a 60 Hz son idénticos a los de la eficiencia NEMA Premium	Incertidumbre baja	EE.UU 2011 Europa 2015 * ( >7,5 kW), 2017
IE2 Alta eficiencia	IE2 Alta eficiencia	Los valores de IE2 a 60 Hz son idénticos a los de la eficiencia energética NEMA/EPACT		EE.UU. Canadá México Australia Nueva Zelandia Brasil Corea China (2011) Europa (2011) Suiza (2011)
IE1 Eficiencia estándar	por debajo de la eficiencia estándar	por debajo de la eficiencia estándar	Incertidumbre media	China Brasil Costa Rica Israel Taiwán Suiza

**Figura 31.** Selección de motores según la IEC 60034-30

**Fuente:** (Díaz, 2018)

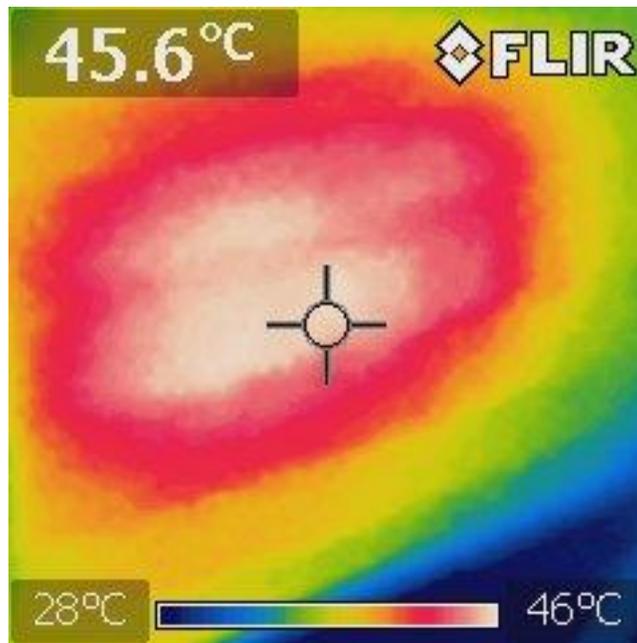
## Anexo 11

### Fotografías adquiridas mediante la cámara termográfica



*Figura 32.* Temperatura del motor del compresor de aire

*Fuente:* Propia



**Figura 33.** Temperatura del motor de la prensa excéntrica

**Fuente:** Propia



*Figura 34.* Toma de temperatura

*Fuente:* Propia

## Anexo 12

### Ficha técnica de la máquina de soldar

# Amper Electric

Productos para soldadura y corte.

## Soldadora Mig/Mag 300 Plus Mig 300

La soldadora Plus Mig 300 se aplica en los procesos de soldadura semi-automáticos MIG/MAG. Estos procesos realizan uniones de excelente calidad.

**APLICACIONES**

Sueda aceros al carbono y aluminio  
Usa gas carbonico (CO2) o mezcla de Argon con CO2.

Adecuada para:

- Fabricaciones metalicas
- Soldadura de tubos y tanques
- Talleres automotrices
- Institutos de capacitacion tecnologica.

**CARACTERISTICAS**

- \* Control fino de la velocidad del alambre y de la regulacion de la corriente.
- \* Diez (10) pasos de regulacion de voltaje
- \* Soldadura intermitente
- \* Alambres solidos de 0.8 a 1.2 mm
- \* Proteccion termica contra sobrecarga.

**EQUIPO**

- Fuente Plus Mig de 300 amperios.
- Pistola de soldar de 4 m.
- Cable y grampa a tierra
- Manguera y cadena para cilindro de gas
- Regulador flujometro de gas
- Mascara de soldar.

300 Amperios  
\*Alimentador de alambre incorporado  
\* Trifásica

ATOSION S.A.S.  
Distribuidor y representante de Amper Electric en Colombia.  
Calle 100 No. 100-100 Bogotá, Colombia  
Tel: +57 (0)2 280 1000  
www.amperelectric.com

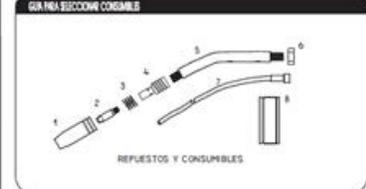


**AMPER ELECTRIC**  
Productos para soldadura y corte

Modelo: Plus Mig 300 S.A.S.  
Calle 100 No. 100-100 Bogotá, Colombia  
Tel: +57 (0)2 280 1000  
www.amperelectric.com

ESPECIFICACIONES		DATOS GENERALES							
Modelo	Plus Mig 300	Marca	AMPER ELECTRIC	Material	Acero	Dimensiones	700 x 350 x 450 mm	Peso	30 kg
Modelo	Plus Mig 300	Marca	AMPER ELECTRIC	Material	Aluminio	Dimensiones	700 x 350 x 450 mm	Peso	30 kg

**GUIA PARA SELECCION DE CONSUMIBLES**



REFUESTOS Y CONSUMIBLES

LISTA DE CONSUMIBLES RECOMENDADOS PARA LA COADUNA		
ITEM	Plus Mig 300 S.A.S.	Plus Mig 300 S.A.S.
1. Pistola completa	AM 700 (3 m)	AM 700 (3 m)
2. Cable	AM 700 (3 m)	AM 700 (3 m)
3. Pistola completa (Al)	AM 700 (3 m)	AM 700 (3 m)
4. Cable	AM 700 (3 m)	AM 700 (3 m)
5. Pistola completa (Al)	AM 700 (3 m)	AM 700 (3 m)
6. Cable	AM 700 (3 m)	AM 700 (3 m)
7. Pistola completa (Al)	AM 700 (3 m)	AM 700 (3 m)
8. Cable	AM 700 (3 m)	AM 700 (3 m)

Cable y grampa para tierra. Regulado. Alimentador de gas.  
Spray anti-espaldante. Quemador de gas. Pistola de soldar y su punta de soldar.  
Para cualquier otro parte o repuesto comun al modelo de partes de Amper Electric, comuníquese directamente.  
Fecha: \_\_\_\_\_ Precio contacto: U.S.D.

Figura 35. Ficha técnica de las máquinas de soldar

Fuente: <https://amperelectric.pe>