



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

TESIS

“Auditoría energética eléctrica para una reducción en su consumo energético y uso eficiente de la energía en la Fábrica Molinera Sudamérica S.A.C. ubicado en la carretera auxiliar Panamericana nte. 779 – Lambayeque”

Para la obtención del Título Profesional de:

Ingeniero Mecánico Eléctrico

Autor:

Bach. Carbajal Belleza Cristian Abel

Asesor:

Dr. Salazar Mendoza Anibal

LAMBAYEQUE – PERÚ

2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

TESIS

“Auditoría energética eléctrica para una reducción en su consumo energético y uso eficiente de la energía en la Fábrica Molinera Sudamérica S.A.C. ubicado en la carretera auxiliar Panamericana nte. 779 – Lambayeque”

Presentado por:

Bach. Carbajal Belleza Cristian Abel

Aprobado por el Jurado Examinador:

PRESIDENTE: Msc. Ing. Horna Torres Segundo

SECRETARIO: Ing. Ing. Méndez Cruz Oscar

MIEMBRO: Ing. Oviden Nuñez Hector Antonio

ASESOR: Dr. Salazar Mendoza Anibal

LAMBAYEQUE – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



TESIS:

“Auditoría energética eléctrica para una reducción en su consumo energético y uso eficiente de la energía en la fábrica Molinera Sudamérica S.A.C. ubicado en la carretera auxiliar Panamericana nte. 779 – Lambayeque”

CONTENIDOS

CAPÍTULO I:	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.
CAPÍTULO II:	MARCO TEÓRICO.
CAPÍTULO III:	MARCO METODOLÓGICO.
CAPÍTULO IV:	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.
CAPÍTULO V:	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

AUTOR: Bach. Cristian Abel Carbajal Belleza.

Msc. Horna Torres Segundo

PRESIDENTE

Ing. Méndez Cruz Oscar

SECRETARIO

Ing. Oriden Núñez Héctor Antonio

MIEMBRO

Dr. Salazar Mendoza Aníbal

ASESOR

LAMBAYEQUE – PERÚ

2019

AGRADECIMIENTO

Agradezco por este trabajo en primer lugar a Dios, segundo a mi familia por brindarme su apoyo de manera incondicional en esta etapa de formación académica y profesional, por ayudarme a ser mejor persona depositando su confianza en mí, enseñándome que todo se puede lograr en base a esfuerzos y sacrificios logrando así llegar muy lejos si uno se lo propone.

Gracias a los docentes que formaron parte de mi etapa universitaria, aquellos que me brindaron los conocimientos necesarios para poder desarrollarme como estudiante y un profesional competitivo en el ámbito laboral, a mis amigos por los consejos que me ayudaron a mejorar, a mi pareja por estar apoyándome en la elaboración de mi proyecto, por estar siempre pendiente de mis avances y así no desvariar en el transcurso de la investigación y lograr culminarlo dentro del tiempo establecido, y por último a las demás personas que durante mis prácticas profesionales me apoyaron brindándome conocimientos en base a su experiencia laboral para tener en cuenta en el transcurso de la investigación de mi proyecto.

Cristian

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Juan Carlos Carbajal Gonzaga y Victoria Pilar Belleza Dias, a mis hermanas Catherine y Sussan, a mis abuelas Maximina y Orfelina que están cuidándome desde el cielo, a mi pareja Melissa y a las personas que me han brindado su apoyo en todo momento y depositaron su confianza en mí.

El Autor

RESUMEN

El agotamiento de los recursos energéticos, asociado a su mala disposición, es el principal causante de la crisis energética actual. En el mundo se está exigiendo cambiar la forma de producción, consumo de energía para garantizar un desarrollo económico sustentable, al mismo tiempo satisfacer las necesidades energéticas por medio del uso racional de los recursos y tecnología.

En el Perú el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) prepara un marco regulatorio que sea atractivo para que más empresas se animen a invertir en la generación de energías renovables, ya que esto contribuirá a incrementar su participación en el sistema nacional, contribuyendo al objetivo de desarrollo sostenible, además de competir en mejores condiciones con el resto de tecnologías convencionales.

Por esta razón, este estudio está orientado a la realización de una AUDITORIA ENERGETICA en la MOLINERA SUDAMERICA S.A.C. ubicado en la carretera a Lambayeque, esta inspección, estudio y análisis de los flujos de energía de la instalación eléctricas de la fábrica se realiza con la finalidad concientizar a la empresa sobre el uso racional y responsable de la energía eléctrica e identificar los posibles ahorros de energía desde el punto de vista técnico y económico.

Se realiza un censo de cargas de iluminación y equipos consumidores, detallando las cantidades, calidades y potencias de placa de cada equipo. Lo que se busca con este estudio es reducir su consumo de energía y concientizar a los trabajadores a hacer un uso eficiente de la energía.

Palabras claves: Eficiencia energética, potencia, sistema de iluminación, eficiencia energética.

ABSTRACT

The depletion of energy resources, associated with its poor disposition, is the main cause of the current energy crisis. The world is demanding to change the way of production, energy consumption to ensure sustainable economic development, while satisfying energy needs through the rational use of resources and technology.

In Peru, the Ministry of Energy and Mines (Minem) prepares a regulatory framework that is attractive so that more companies are encouraged to invest in renewable energy generation, as this will contribute to increasing their participation in the national system, contributing to the objective of sustainable development, in addition to competing in better conditions with the rest of conventional technologies.

For this reason, this study is aimed at conducting an ENERGETIC AUDIT in MOLINERA SUDAMERICA S.A.C. located on the road to Lambayeque, this inspection, study and analysis of the energy flows of the electrical installation of the factory is carried out with the purpose of raising awareness about the rational and responsible use of electrical energy and identifying the possible savings of energy from the technical and economic point of view.

A census of lighting loads and consumer equipment is carried out, detailing the quantities, qualities and plate powers of each equipment. What is sought with this study is to reduce their energy consumption and raise awareness among workers to make efficient use of energy.

Keywords: Energy efficiency, power, lighting system, energy efficiency.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	4
ABSTRACT	7
ÍNDICE	8
Índice de Ilustraciones	10
Índice de Tablas	12
Índice de Gráfico.....	15
INTRODUCCION.....	16
CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACION	17
1.1. Realidad Problemática	18
1.2. Formulación del Problema.....	19
1.3. Delimitación de la Investigación	19
1.4. Justificación e Importancia de la Tesis	20
1.5. Objetivos	21
1.5.1. Objetivo General.....	21
1.5.2. Objetivos Específicos	21
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	22
2.1. Antecedentes de Estudios.....	23
2.2. Marco Conceptual	24
2.2.1. Auditoria Energética.....	24
2.2.2. Factor de potencia	27
2.2.3. Formas de compensación de energía reactiva.....	32
2.2.4. Procedimiento metodológico para compensación de energía reactiva.....	37
2.2.5. Sistema de iluminación	41
2.2.6. Análisis de pliego tarifario	55
2.2.7. Motores de corriente alterna	60
2.2.8. Eficiencia o rendimiento de un motor.....	61
2.2.9. Sobredimensionamiento de motor	65
CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	67
3.1 Tipo y Diseño de la Investigación	68
3.2 Población – Muestra de Estudio	68
3.3 Variables.....	68
3.3.1 Variable Independiente	68
3.3.2 Variable Dependiente	68
3.4 Materiales, Técnicas de Investigación.....	69
CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	70
4.1 Recolección de Datos de fábrica.....	71
4.1.1 Planos Estructurales.....	71

4.1.2	Carga Instaladas por Áreas.	71
4.1.3	Registro de Consumos Energéticos.....	78
4.1.4	Registro de Consumo mensual de Energía Reactiva.	79
4.1.5	Recolección de datos del pliego Tarifario.	80
4.2	Cálculos y Análisis.	84
4.2.1	Análisis de pliego tarifario	84
4.2.2	Ahorro energético en sistemas de iluminación y amortización	90
4.2.3	Compensación de Energía Reactiva.....	98
4.2.4	Ahorro energético en motores de alta eficiencia y amortización.....	112
4.2.5	Sobredimensionamiento de motores.....	117
	CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	119
5.1	Conclusiones.....	120
5.2	Recomendaciones	121
	ANEXOS.....	125

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Molinera Sudamérica SAC - Lambayeque / Fuente: Google MAPS	19
Ilustración 2: Triangulo de Potencia / Fuente: Elaboración Propia	27
Ilustración 3: Carga Resistiva - Fuente: Elaboración Propia	28
Ilustración 4: Carga Inductiva / Fuente: Elaboración Propia.	28
Ilustración 5: Carga Capacitiva / Fuente: Elaboración Propia.	28
Ilustración 6: Compensación Individual / Fuente: CIRCUTOR.	32
Ilustración 7: Compensación Individual en Motores / Fuente: Schneider Electric.	34
Ilustración 8: Flujo de potencias en una instalación cuyo transformador está compensada con un equipo de compensación fijo / Fuente: Schneider Electric.	34
Ilustración 9: Compensación en Grupo / Fuente: CIRCUTOR.	35
Ilustración 10: Compensación Centralizada / Fuente: CIRCUTOR.	35
Ilustración 11: Construcción de una Lámpara GLS (General Lighting Service) Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.	43
Ilustración 12: El Ciclo Halógeno. / Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.	43
Ilustración 13: Lámpara reflectora dicroica de baja tensión. / Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.	44
Ilustración 14: Principio de la lámpara fluorescente. /Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.	45
Ilustración 15: Fluorescente de tamaño reducido de cuatro patas. / Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.	45
Ilustración 16: Lámpara de Inducción. / Fuente: Propia	46
Ilustración 17: Componentes de una lámpara de mercurio. Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.	47
Ilustración 18: Lámpara de Haluro metálico / Fuente: Propia	47
Ilustración 19: Lámpara de Sodio de baja Presión / Fuente: Propia	48
Ilustración 20: Lámpara de sodio de alta presión. / Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.	49
Ilustración 21: Lámpara LED. / Fuente: Propia.	50
Ilustración 22: Rendimiento de motores / Fuente: SIEMENS	62
Ilustración 23: Lámpara Fluorescente Circular 32W/ 54-765 / Fuente: PHILIPS	90
Ilustración 24: Lámpara Fluorescente lineal TLD 36W/840 / Fuente: PHILIPS	90
Ilustración 25: Fluorescente lineal TLRS40W / Fuente: PHILIPS	91
Ilustración 26: Banco de Condensadores y Gabinete de Distribución / Fuente: Molinera Sudamérica S.A.C.	109
Ilustración 27: Schneider Electric Regulador NR6 / Fuente: Molinera Sudamérica S.A.C.	109
Ilustración 28: Vista Frontal del Regulador NR6 / Fuente: Schneider Electric	110
Ilustración 29: Vista Posterior del Regulador NR6 / Fuente: Schneider Electric	111
Ilustración 30: Vista Lateral del Regulador NR6 / Fuente: Schneider Electric	111

Ilustración 31: Distribución y Símbolos de la Pantalla / Fuente: Schneider Electric _____	112
Ilustración 32: Motor del Ventilador de la Mesa de Pre-Limpia / Fuente: DELCROSA _____	113
Ilustración 33: Ingreso a la Fábrica Molinera Sudamérica S.A.C. _____	126
Ilustración 34 Área del Comedor _____	126
Ilustración 35 Área de Apilado _____	126
Ilustración 36 Área de Almacén _____	126
Ilustración 37: Área Administrativa _____	126
Ilustración 38 Inicio del Proceso de Producción _____	126
Ilustración 39 Área del Proceso de Añejado _____	126
Ilustración 40 Área de Secado por Hornos _____	126
Ilustración 41 Gabinete de Distribución del Área de Producción _____	126
Ilustración 42 Historial del Estado de Cuenta de Molinera Sudamérica S.A.C. _____	126
Ilustración 43 Historial de Consumo y Lecturas _____	126
Ilustración 44 Recibo del mes de Octubre _____	126
Ilustración 45 Instalaciones de fa fabrica Molinera Sudamérica SAC. _____	126

Índice de Tablas

Tabla 1: Coeficiente multiplicador de la sección del conductor en función del $\cos\varphi$ de la instalación. / Fuente: Schneider Electric.	31
Tabla 2: Ventajas y Desventajas de cada tipo de Compensación Reactiva / Fuente: Elaboración Propia.	36
Tabla 3: Compensación de Factor de Potencia / Fuente: Schneider Electric.	40
Tabla 4: Sistema Internacional de Codificación de Lámparas (SICL), sistema de codificación en formato abreviado para algunos tipos de lámparas. / Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.	51
Tabla 5: Calidad de la Iluminación por Tipo de Tarea Visual o Actividad. / Fuente: Norma Técnica EM.010 Instalaciones Eléctricas Interiores.	51
Tabla 6: Categoría de Iluminación y Valores de Iluminación para Tipos Genéricos de Actividades en Interiores. Fuente: Norma de Alumbrado de Interiores y Campos Deportivos.	52
Tabla 7: Tipos de aislamiento / Fuente: Dialnet.	64
Tabla 8 Variable Dependiente e Independiente / Fuente: Elaboración Propia.....	69
Tabla 9: Carga Instalada por Áreas / Fuente: Elaboración Propia.....	71
Tabla 10: Equipos instalados en el área de Producción / Fuente: Elaboración Propia	74
Tabla 11: Equipos instalados en el área de Añejado / Fuente: Elaboración Propia.....	75
Tabla 12: Equipos instalados en el área de Secado por Horno / Fuente: Elaboración ____	75
Tabla 13: Equipos instalados en el área de Almacén de Pajilla / Fuente: Elaboración Propia	76
Tabla 14: Equipos instalados en el área de Apilados y Almacén Principal / Fuente: Elaboración Propia	76
Tabla 15: Carga instalada en el área Administrativa / Fuente: Elaboración Propia	76
Tabla 16: Equipos instalado en el área del Comedor / Fuente: Elaboración Propia	77
Tabla 17: Equipos instalados en el área de Recepción y Apilado 1 / Fuente: Elaboración Propia	77
Tabla 18: Historial de Consumo Energético 2017 - 2018 / Fuente: Electronorte S.A.....	78
Tabla 19: Registro de Energía Reactiva / Fuente: Electronorte S.A.	79
Tabla 20: Cargos a Facturar en MT2 / Fuente: MINEM.....	80
Tabla 21: Cargos a Facturar en MT3 / Fuente: MINEM.....	80
Tabla 22 Cargos a Facturar en MT4 / Fuente: MINEM.....	81
Tabla 23 Costos Unitarios por cada Cargo a facturar en MT2 / Fuente: OSINERGMIN - LAMBAYEQUE.....	81

<i>Tabla 24 Costos Unitarios por cada Cargo a facturar en MT3 / Fuente: OSINERGMIN - LAMBAYEQUE</i>	82
<i>Tabla 25 Costos Unitarios por cada Cargo a facturar en MT4 / Fuente: OSINERGMIN - LAMBAYEQUE</i>	83
<i>Tabla 26 Promedio Máxima Demanda / Fuente: Elaboración Propia</i>	84
<i>Tabla 27 Días feriados y no facturables de cada mes durante un año / Fuente: Elaboración Propia</i>	85
<i>Tabla 28 Cálculos por cada cargo a facturar en MT2 / Fuente: Elaboración Propia</i>	86
<i>Tabla 29 Cálculos por cada cargo a facturar en MT2 / Fuente: Elaboración Propia</i>	86
<i>Tabla 30 Cálculos por cada cargo a facturar en MT4 / Fuente: Elaboración Propia</i>	87
<i>Tabla 31 Facturación por cada opción tarifaria en M.T. / Fuente: Elaboración Propia</i>	87
<i>Tabla 32 Historial de Consumo Anual 2017-2018</i>	89
<i>Tabla 33: Consumo mensual de Lámparas Convencionales / Fuente: Elaboración Propia</i>	92
<i>Tabla 34: Consumo mensual de Lámparas LEDs / Fuente: Elaboración Propia</i>	92
<i>Tabla 35: Ahorro mensual por Consumo (S/.) / Fuente: Elaboración Propia</i>	93
<i>Tabla 36: Lámparas Convencionales y sus Equivalentes con Lámparas LED / Fuente: Elaboración Propia</i>	93
<i>Tabla 37: Tiempo Estimado para el Cambio de Lámpara una vez culminado su vida Útil / Fuente: Elaboración Propia</i>	94
<i>Tabla 38: Gastos por el cambio de Lámparas Convencionales / Fuente: Elaboración Propia</i>	94
<i>Tabla 39: Inversión de focos LEDs / Fuente: Elaboración Propia</i>	95
<i>Tabla 40: Ahorro Anual en Consumo (AAC) / Fuente: Elaboración Propia</i>	95
<i>Tabla 41: Ahorro Anual en Mantenimiento (AAM) / Fuente: Elaboración Propia</i>	96
<i>Tabla 42: Ahorro Anual Estimado con LEDs. (AAE) / Fuente: Elaboración Propia</i>	96
<i>Tabla 43: Posibles Ahorro por uso de lámparas LEDs / Fuente: Elaboración Propia</i>	96
<i>Tabla 44: Resumen Comparativo de Consumos e Inversión / Fuente: Elaboración Propia</i>	97
<i>Tabla 45: Historial de Energía Reactiva 2017 - 2018 / Fuente: Electronorte S.A.</i>	98
<i>Tabla 46: Corrección del F.P. y Energía Reactiva Mensual / Fuente: Elaboración Propia</i>	98
<i>Tabla 47: Compensación Centralizada / Fuente: Schneider Electric</i>	99
<i>Tabla 48: Descripción Frontal del Regulador / Fuente: Schneider Electric</i>	110
<i>Tabla 49: Descripción Posterior del Regulador NR6 / Fuente: Schneider Electric</i>	111
<i>Tabla 50: Descripción Lateral del Regulador NR6 / Fuente: Schneider Electric</i>	111
<i>Tabla 51 Tiempo de Recuperación de la Inversión / Fuente: Elaboración Propia</i>	115

<i>Tabla 52 Cálculo del ahorro económico en motores de Alta Eficiencia / Fuente:</i>	
<i>Elaboración Propia</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 53 Valores de placa y funcionamiento de motores del área de Producción. / Fuente:</i>	
<i>Elaboración Propia</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 54 Valores de placa y funcionamiento de motores del área de añejado. / Fuente:</i>	
<i>Elaboración Propia</i>	<i>114</i>
<i>Tabla 55: Porcentaje de carga de los motores del área de Añejado / Fuente: Elaboración</i>	
<i>Propia</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 56 Valores de placa y funcionamiento de motores del área de secado por horno /</i>	
<i>Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 57: Carga porcentual de motores del area de secado por Horno / Fuente:</i>	
<i>Elaboración Propia</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 58: Valores de placa y funcionamiento de motores del area de Pajilla / Fuente:</i>	
<i>Elaboración Propia</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 59: Porcentaje de Carga de motores del área de Almacén de Pajilla / Fuente:</i>	
<i>Elaboración Propia</i>	<i>118</i>

Índice de Gráfico

Gráfico 1: Potencia Instalada por Áreas / Fuente: Elaboración Propia.....	72
Gráfico 2: Consumo de Energía mensual por Área / Fuente: Elaboración Propia	72

INTRODUCCION

El presente estudio trata de la realización de una “AUDITORIA ENERGETICA ELECTRICA en la fábrica Molinera Sudamérica S.A.C ubicada en la carretera a Lambayeque, Chiclayo, está enfocado a reducir su consumo energético y hacer uso eficiente de la energía.

Como parte de este análisis, fue necesario hacer un diagnóstico de la situación actual de la fábrica, revisar el estado actual de la instalación, los suministros energéticos, las áreas que conforman y los sistemas consumidores en relación a la información previamente analizada.

Una vez determinado los puntos anteriores procedemos a la recopilación de toda la información de la fábrica como planos de infraestructura, mediciones eléctricas y registros de consumo energético, procesos de producción, un censo de cargas de iluminación y de los equipos consumidores, detallando las cantidades y potencias de placa de cada equipo. Todo esto nos dará como resultado un listado completo de potencias y consumos que luego serán analizados.

Este proyecto se realiza con la finalidad de presentar múltiples posibilidades de mejoras en la fábrica sin afectar la productividad de la empresa, para hacer un uso correcto de la energía y reducir su consumo energético y optimizarlo, estudiándose todas las propuestas para analizar el coste necesario para su aplicación, los ahorros de energía conseguidos así como el periodo de amortización.

CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACION

1.1. Realidad Problemática

El sector energético en el mundo está experimentando una etapa de transición destinada a sostener una sociedad en continuo desarrollo mediante un suministro eléctrico competitivo, seguro y fiable. La última década se caracterizó por una serie de sucesos que impactaron en el sector energético, como la disminución significativa en el costo de las tecnologías renovables, el descubrimiento de nuevas fuentes de gas natural (gas de esquisto) y el desarrollo tecnológico, entre otros. Esto ha permitido a un número de países descarbonizar el sector, aumentar la seguridad energética y reducir la dependencia de la importación de combustibles.

El Ministerio de Energía y Minas (MINEM) prepara un marco regulatorio que sea atractivo para que más empresas se animen a invertir en la generación de energías renovables, ya que esto contribuirá a incrementar su participación en el sistema eléctrico nacional, contribuyendo al objetivo de desarrollo sostenible y a lograr el 100% de electrificación a favor de los pobladores de zonas rurales al 2021.

Así lo informó el viceministro de Electricidad, Raúl García, luego de indicar que las normas que están siendo afinadas en ese sentido permitirán que las empresas que inviertan en energías renovables, como la solar o la eólica, puedan competir en mejores condiciones con el resto de tecnologías convencionales.

En la fábrica molinera Sudamérica ubicada en Lambayeque donde se realizó la auditoria energética, en las múltiples visitas técnicas se pudo observar en primera instancia que el estado de las luminarias y tipos de lámparas usadas para su iluminación correspondiente se encontraban en mal estado, rodeadas de telarañas y polvo, observamos también que el cliente cuenta con un pliego tarifario MT3 por lo cual está calificado como un cliente fuera de punta, los gastos suelen aumentar mensualmente siendo en el mes de Abril del 2018 de S/.41, 232.60 y en el mes de Mayo del 2018 de S/.61, 645.00 los de mayor consumo energético. Esta diferencia se debe a las horas trabajadas durante el mes aparte de la adquisición de nuevas máquinas para el proceso de producción lo que aumenta su consumo energético.

Además durante las visitas técnicas también observamos que las lámparas en determinadas áreas se encontraban encendidas durante el día cuando no eran necesarias mantenerlas encendidas debido a que se podía contar con la claridad suficiente para que los trabajadores puedan operar sin necesidad de tener encendidas las lámparas y obtener así un menor consumo de energía generando un ahorro económico.

1.2. Formulación del Problema

¿En qué medida la auditoria energética realizada en la fábrica MOLINERA SUDAMERICA ubicada en la carretera auxiliar panamericana nte. 779 – Lambayeque reducirá su consumo energético haciendo uso eficiente de la energía?

1.3. Delimitación de la Investigación

El siguiente trabajo se desarrollara en la fábrica Molinera Sudamérica S.A.C., departamento de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, participaran de este estudio el personal administrativo y operadores de la fábrica.



Ilustración 1: Molinera Sudamérica SAC - Lambayeque / Fuente: Google MAPS

1.4. Justificación e Importancia de la Tesis

- **Justificación Ambiental.**

En las empresas, centros comerciales, industrias, etc.; consumen importantes cantidades de energía, en muchas ocasiones innecesarias, pero a su vez, representan una magnífica fuente de oportunidad para reducir su consumo de energía y de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera. La integración apropiada de sistemas eficientes de consumo energéticos es una alternativa de solución efectiva a esta problemática.

- **Aporte técnico.**

Gracias al estudio realizado en la fábrica Molinera Sudamérica, podemos hacer un uso eficiente de la energía implementando un plan de ahorro energético, este plan consistiría en la implementación de nuevas tecnologías en los sistemas de iluminación usando tecnología LED, utilizar motores de alta eficiencia, implementar bancos de condensadores para poder compensar la energía reactiva, etc.

- **Justificación económica.**

La auditoría energética realizada en la fábrica MOLINERA SUDAMERICA tiene como uno de sus objetivos hacer un uso eficiente de la energía, lo cual nos permitirá un ahorro energético de la misma, que con el pasar de los meses se verá reflejado en un ahorro económico, debido al menor consumo de energía una vez aplicada las propuestas de mejora para la fábrica, además de poder concientizar a las personas que laboran en la fábrica sobre cómo hacer un uso eficiente de la energía.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Hacer uso eficiente de la energía que se necesita en la fábrica en su proceso de producción, presentando propuestas técnicas en la empresa MOLINO SUDAMÉRICA S.A.C., que nos permitirá reducir su consumo energético, el cual se verá reflejado en un menor costo en su facturación eléctrica, sin que la producción se viese afectada en las distintas áreas presentes de la empresa.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Recaudar datos para realizar un inventario de las maquinas eléctricas en las distintas áreas de la empresa.
- Obtener la carga instalada en la empresa mediante las potencias de los equipos utilizados en las actividades de la misma.
- Evaluar su pliego tarifario de la empresa.
- Elaborar propuestas para reducir su consumo energético mediante la implementación de tecnologías LED en el sistema de iluminación de la empresa.
- Determinar si existe sobredimensionamiento en los motores eléctricos.
- Evaluar el ahorro energético mediante el uso de motores de alta eficiencia.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de Estudios

Internacional

En el proyecto de tesis “Auditoria energética en el supermercado la colonia, del municipio de Esteli, con énfasis en autogeneración de energía en el ii semestre año 2016”, los investigadores Elisa Rosario Peralta Calderón, Sara Liseth Gutiérrez Camas, Yadira Isabel Chavarría Lorío concluyen, 2016: “El proyecto de tesis consiste en Realizar una Auditoria energética en el Supermercado La Colonia del municipio de Estelí, con énfasis en autogeneración de energía, para reducir el costo de la factura eléctrica. Se trata de realizar un análisis de cómo y dónde se usa la energía en las diferentes áreas o instalaciones del supermercado siendo uno de los objetivos analizar la carga del consumo energético actual con el fin de dar algunas recomendaciones; al igual que diseñar un Sistema Solar Fotovoltaico en base a las mediciones para menguar la dependencia de energía comercial”.

Nacional

En el trabajo de investigación “Modelo de auditoria energética para reducir el consumo de energía eléctrica en Senati – Piura” el investigador Julio Alberto Tello Guevara concluye: “Las propuestas de su investigación disminuyen el consumo de energía que finalmente, no solo reducen los costos operativos sino también se contribuye a la disminución de la contaminación ambiental. Se analiza con sus dos variables de estudio, la variable independiente es la Auditoría Energética y la Variable dependiente es la reducción del consumo de energía eléctrica, formulando el problema, si la propuesta de auditoría energética reduce el consumo de energía; se muestran los resultados del estudio con una recopilación de los consumidores energéticos en el edificio de Electrotecnia de la zona, en lo que respecta a intensidades de corriente, y tiempos de funcionamiento; para luego plantear acciones y propuestas de ahorro mediante indicadores de consumo energético”.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Auditoria Energética

La Auditoria Energética es una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía de una instalación basándose en procedimientos sistemáticos, identificando y valorando las posibilidades de ahorro de energía desde el punto de vista técnico y económico. Este estudio permitiría una mejora en la calidad de servicios prestados si así lo requiera la instalación, incluyendo mejoras económicas y mejoras medioambientales. Se realiza un censo de cargas de iluminación y de equipos consumidores, detallando las cantidades, calidades y potencias de placa de cada equipo. Adicionalmente, se realizan mediciones específicas de consumo mediante equipo especializado. Todo esto nos da como resultado un listado completo de potencias y consumos que luego se analiza, con la finalidad de lograr un menor consumo de energía sin afectar la productividad de la empresa, implementando opciones de mejoras. Se busca reducir el consumo de energía, mantenimiento y mejorar la seguridad.

Una auditoria energética eléctrica nos permite:

- Conocer la situación energética actual de la empresa, así como la eficiencia y funcionamiento de los equipos e instalación.
- Inventariar los principales equipos e instalaciones
- Realizar mediciones y registros de los principales parámetros eléctricos.
- Analizar la posibilidad de instalar energías renovables.
- Proponer mejoras y realizar su evaluación técnica y económica.

Fases de la auditoria energética eléctrica:

A continuación detallaremos las etapas o fases de una auditoria:

a) Fase de diagnóstico de la situación actual.

Se deberá revisar el estado actual de la instalación que se va a auditar, caracterizando el tipo de empresa, los suministros energéticos, las áreas que conforman y los sistemas consumidores en relación a la información previamente recaudada, para identificar los principales potenciales de ahorro energético y económico.

b) Reconocimiento preliminar del sistema eléctrico.

El objetivo principal es un reconocimiento aproximado del sistema en estudio, identificando el proceso productivo y/o áreas que la conforman, fuentes de energía, capacidad instalada, horas de operación y los consumidores de energía.

c) Recopilación de Información.

En esta fase se procede a realizar la recopilación de toda información de la fábrica, siendo esta información planos de infraestructura, mediciones y registros de consumo energético, procesos de producción, etc; con el objetivo de conocer la distribución de energía en las diferentes áreas del proceso productivo, esta información será analizada con la finalidad de poder dar una propuesta para una mejoría basado en la eficiencia energética.

d) Evaluación de la situación energética

Consiste en determinar la incidencia del consumo de energía de cada equipo o grupo de equipos en el consumo de energía total y por lo tanto en el costo total.

e) Formulación de indicadores energéticos

Consiste en obtener índices de consumo de energía de los cuales pueden ser usados para determinar la eficiencia energética de las operaciones, y consecuentemente, el potencial de ahorro de energía eléctrica.

f) Determinación de oportunidades de ahorro de energía

Significa determinar los potenciales de ahorro de energía por equipo, áreas o centros de costos, mediante una evaluación técnica detallada en los sistemas eléctricos. A su vez se identifica las medidas apropiadas de ahorro de energía, previa evaluación de los ahorros en terminas de costos.

Mejora del comportamiento energético.

Se deben introducir mejoras en el edificio para el buen comportamiento energético y de las instalaciones del mismo, es recomendable agruparlas en varios bloques o grupos, sistemas constructivos, instalación de climatización, recuperación de energía, etc. Buscando siempre un consumo energético adecuado y optimizado al tipo de edificio estudiado.

Viabilidad Económica

Deben de ser estudiadas todas las medidas propuestas para analizar el coste necesario para su aplicación, los ahorros de energía conseguidos, el periodo de retorno o amortización, así como cuáles pueden ser los problemas o inconvenientes que pudieran presentarse al implementarlas.

Emisión del Informe

Por último es necesario redactar un informe en que se haga constatar los objetivos perseguidos por la misma, el tipo de edificio y sus características técnicas para

aportar unas pautas que permitan optimizar su eficiencia energética, corrigiendo si fuese necesario los hábitos de sus usuarios para tal fin.

2.2.2. Factor de potencia

Se denomina factor de potencia al cociente entre potencia activa y la potencia aparente, que coincide con el coseno del ángulo formado entre la tensión y la corriente; el ángulo φ mide este desfase e indica la relación entre la intensidad reactiva (inductiva) de una instalación y la intensidad activa de la misma.

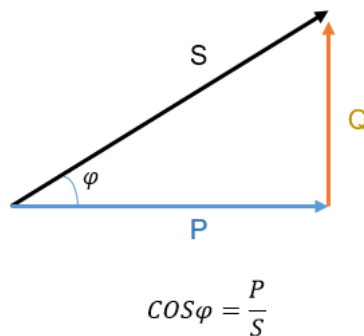


Ilustración 2: Triángulo de Potencia / Fuente: Elaboración Propia

El factor de potencia en las redes eléctricas o $\cos \varphi$ de valor bajo implica una baja utilización de la capacidad o potencia de la instalación, es decir de la corriente que circula por sus líneas, una parte importante no contribuye a transmitir potencia activa o útil.

A esa corriente se le denomina corriente reactiva, el factor de potencia ideal es 1, el cual corresponde a una carga netamente activa o resistiva, pero un valor técnico aceptable para las empresas distribuidoras de electricidad es ≥ 0.96 .

El factor de potencia o $\cos \varphi$ medio de una instalación para fines prácticos, se determina a partir de la siguiente fórmula:

$$\cos \varphi = \frac{kWh}{\sqrt{kWh^2 + kVarh^2}}$$

Donde:

kWh : Cantidad registrada por el contador de energía activa.

kVARh : Cantidad registrada por el contador de energía reactiva.

Debemos tener en cuenta sobre los tipos de cargas que existen y son tres tipos:

Carga Resistiva

Son cargas donde el voltaje y la corriente están en fase; por lo tanto $\varphi = 0$. En este caso, se tiene un factor de potencia unitario. Son cargas presentes en lámparas incandescentes.

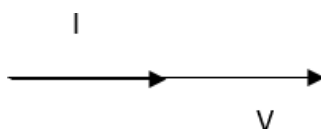


Ilustración 3: Carga Resistiva - Fuente: Elaboración Propia

Carga Inductiva

Son cargas donde la corriente se encuentra retrasadas respecto al voltaje. Por lo tanto $\varphi < 0$. En este caso se tiene un factor de potencia retrasado. Aquellas cargas se encuentran presentes en los motores y transformadores.

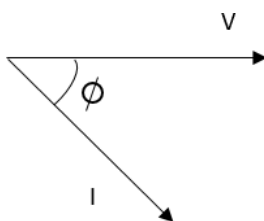


Ilustración 4: Carga Inductiva / Fuente: Elaboración Propia.

Carga Capacitivo

En estas cargas la corriente se encuentra adelantada respecto al voltaje. Por lo tanto $\varphi > 0$. En este caso se tiene un factor de potencia adelantado. Estas cargas se encuentran presentes en los condensadores.

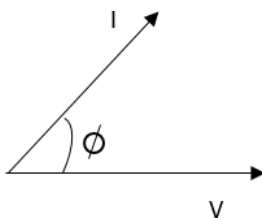


Ilustración 5: Carga Capacitiva / Fuente: Elaboración Propia.

Efecto de un bajo factor de Potencia

Las instalaciones eléctricas que operan con un factor de potencia menor a 1.0 tienen consecuencia en la medida que este disminuye y además afecta a la red eléctrica, estas consecuencias pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

Incremento de pérdidas por Efecto Joule:

La potencia que se pierde por calentamiento está dada por la expresión $I^2 * R$ donde I es la intensidad o corriente total y R es la resistencia eléctrica de los equipos (bobinados de generadores y transformadores, conductores de los circuitos de distribución, etc.). Las pérdidas se manifestaran en calentamiento de cables, calentamiento de bobinados de los transformadores de distribución y activación sin causa aparente de los dispositivos de protección.

Uno de los mayores problemas que causa el sobrecalentamiento es el deterioro irreversible del aislamiento de los conductores que, además de reducir la vida útil de los equipos, puede provocar corto circuitos.

Sobrecarga de los generadores, transformadores y líneas de distribución:

El exceso de corriente debido a un bajo factor de potencia ocasiona que los generadores, transformadores y líneas de distribución trabajen con cierta sobrecarga y reduzcan su vida útil debido a que estos equipos se diseñan para trabajar a un cierto valor de corriente y para no dañarlos se deben operar sin que este valor se supere.

Aumento de la caída de voltaje

Se hace insuficiente el suministro de potencia a las cargas (motores, lámparas, etc.); las cuales a la vez sufren una reducción en su potencia de salida.

Esta caída de voltaje afecta a:

- Los bobinados de los transformadores de distribución.
- Los cables de alimentación.
- Sistemas de protección y control.

Incremento de la potencia aparente

Este incremento reduce la capacidad de carga instalada en kVA en los transformadores de distribución.

Incremento en la facturación eléctrica

Cuando se tiene un bajo factor de potencia implica pérdidas que afectan al productor y distribuidor de energía eléctrica, por lo que se penaliza al usuario haciendo que pague más por su consumo de electricidad cuyo valor se verá reflejado en las planillas eléctricas.

Mayor inversión en los equipos de generación ya que su capacidad en KVA debe ser mayor para poder entregar esa energía reactiva adicional.

Mayores capacidades en las líneas de transmisión y distribución así como en transformadores para el transporte y transformación de estas energías reactivas.

Elevadas caídas de voltaje y baja regulación de voltaje lo cual puede afectar la estabilidad de la red eléctrica.

Corrección del factor de potencia

Estas son una de las razones por la cual debemos mejorar el factor de potencia:

- Para obtener una reducción del costo de la energía eléctrica, eliminando los cargos por conceptos de energía reactiva.

- Reducción de la selección de los conductores, permite reducir la sección de los conductores a nivel de proyecto, ya que para una misma potencia activa la intensidad resultante de la instalación compensada es menor.

En la siguiente imagen podemos observar una tabla que muestra el coeficiente multiplicador de la sección del conductor en función del $\cos\varphi$ de la instalación.

COSφ INICIAL	FACTOR MULTIPLICADOR DE LA SECCIÓN DEL CABLE
1	1
0.80	1.25
0.60	1.67
0.40	2.50

Tabla 1: Coeficiente multiplicador de la sección del conductor en función del $\cos\varphi$ de la instalación. / Fuente: Schneider Electric.

- Mejoramiento de la calidad de energía (armónicas, caídas de tensión).
- Aumenta la capacidad del sistema y disminuye las pérdidas por efecto Joule, al mejorar el factor de potencia se reduce la cantidad de corriente reactiva que inicialmente transitaba a través de transformadores, alimentadores y cables a su vez logrando así un menor dimensionamiento de estos equipos (cable, transformador, barras, etc).

2.2.3. Formas de compensación de energía reactiva

Los motores, transformadores, lámparas de descarga y equipos electrónicos de potencia entre otros son consumidores de energía reactiva. Estos receptores pueden compensarse con condensadores de forma individual, por grupos o en conjunto (compensación centralizada).

Compensación Individual

La compensación individual consiste en asignar un capacitor que suministre potencia reactiva para su compensación a cada receptor o consumidor de potencia inductiva.

Todas las líneas quedan perfectamente descargadas y el sistema se regula por sí solo, ya que la conexión o desconexión de la carga y el condensador son simultáneas. Sin embargo, este sistema resulta en general antieconómico comparándolo con los de compensación en grupos o compensación central. A pesar de ello se utiliza con ventaja en instalaciones con servicio ininterrumpido o de larga duración y con carga prácticamente constante. Sobre todo cuando el número de receptores es reducido.

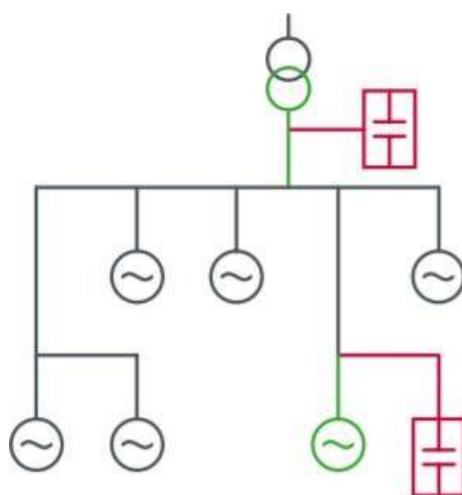


Ilustración 6: Compensación Individual / Fuente: CIRCUTOR.

a) Compensación Individual en Motores.

Para compensar motores asíncronos, la potencia del capacitor debería ser como máximo 90% de la potencia reactiva de vacío del motor, en otras palabras la corriente del condensador debe ser inferior a la corriente magnetizante del motor; en otras palabras se recomienda no compensar más del 90% de la corriente de vacío del motor, con el fin de evitar la auto excitación del motor por causa de la descarga del condensador hacia el motor.

Si se toma la corriente del vacío I_o , como magnetizante, la potencia de compensación sería:

$$Q_M \leq 0.9\sqrt{3}UI_o \cdot 10^{-3}(\text{kvar}) \quad Q_M \leq 2P \cdot (1 - \cos\phi_i)$$

Donde:

- Q_M : Potencia fija maxima a instalar (VAr)
 I_o : Intensidad en vacio del motor $\cos\phi_i$ = coseno ϕ inicial
 U : Tension nominal (V)
 P : Potencia Nominal del motor

Si se desconoce I_o , puede determinarse este valor haciendo funcionar el motor en vacío y midiendo la corriente absorbida. Conociendo $\cos\phi$ a plena carga, dato que figura en la placa de características, puede también determinarse Q por la siguiente expresión aproximada:

$$Q \cong 0.9 \frac{P_N}{\eta} \cdot \frac{1 - \cos\phi_N}{\cos\phi_N \sin\phi_N}$$

Siendo:

- P_N : Potencia nominal del motor (kW)
 η : Rendimiento (tanto por uno)
 $\cos\phi_N, \sin\phi_N$: A plena carga

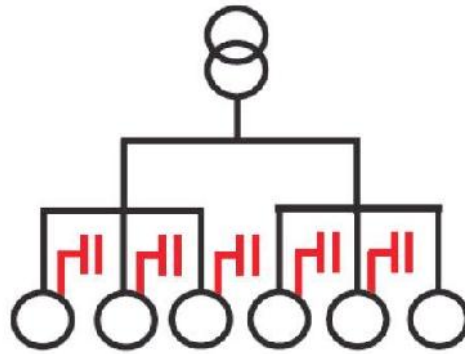


Ilustración 7: Compensación Individual en Motores / Fuente: Schneider Electric.

b) Compensación Individual en Transformadores.

Para determinar la potencia reactiva de un transformador debemos tener en cuenta dos componentes: el consumo en vacío (corriente magnetizante) y el consumo en carga. Se recomienda compensar entre un 5% y un 7% de la potencia nominal de los transformadores de uso industrial y hasta un 10% en los transformadores de redes de distribución de energía.

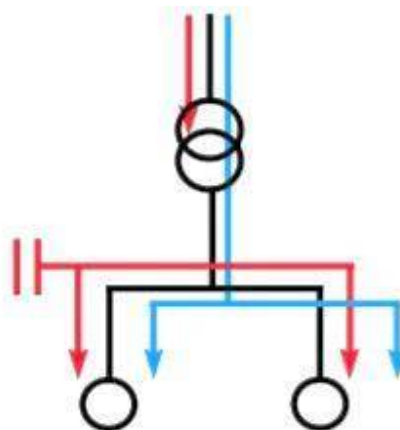


Ilustración 8: Flujo de potencias en una instalación cuyo transformador está compensada con un equipo de compensación fijo / Fuente: Schneider Electric.

Compensación en grupo

Se realiza cuando la potencia inductiva de un grupo de cargas se conectan simultáneamente y demandan una potencia reactiva constante, o bien cuando se tienen diversos grupos de cargas situados en puntos distintos.

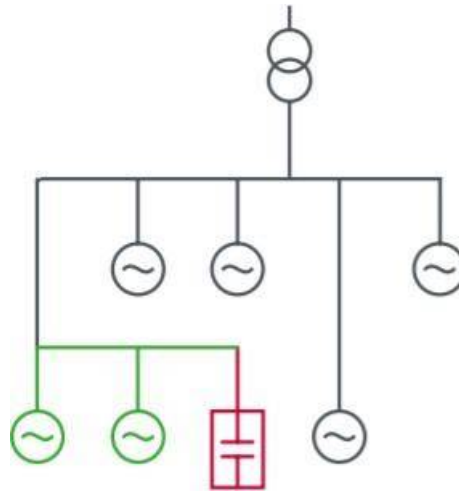


Ilustración 9: Compensación en Grupo / Fuente: CIRCUTOR.

Compensación Centralizada

La compensación es una solución generalizada para corregir el factor de potencia ya que el banco de condensadores se instala en la acometida, es decir cerca de los tableros de distribución de energía los cuales suministran la potencia reactiva demandada por diversos equipos con diferentes potencias y tiempos de operación.

La potencia total del banco de capacitores se divide en varios bloques que están conectados a un regulador automático de energía reactiva, que conecta y desconecta los bloques que sean necesario para obtener el factor de potencia previamente programado en dicho regulador.

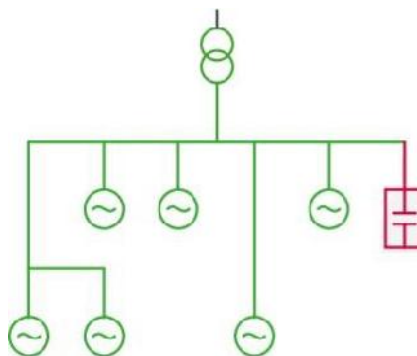


Ilustración 10: Compensación Centralizada / Fuente: CIRCUTOR.

Compensación Combinada

En este tipo de compensación podemos utilizar dos o más de las compensaciones mencionadas anteriormente, es decir, compensación individual, compensación en grupo o compensación centralizada.

COMPENSACION CON BANCOS DE CONDESADORES		
TIPO DE COMPENSACION	VENTAJA	DESVENTAJAS
COMPENSACION INDIVIDUAL	<ul style="list-style-type: none"> Los capacitores son instalados cerca de la carga inductiva. Los capacitores estarán operativos solo cuando el motor se encuentre trabajando. Todas las líneas quedan descargadas de la potencia reactiva. No sobrecarga el transformador. 	<ul style="list-style-type: none"> El costo de varios capacitores de manera independiente es mayor que el de un capacitor individual de valor equivalente. Existirían capacitores que no serían empleados de manera constante debido a que determinados motores no operarían de manera constante o con frecuencia.
COMPENSACION GRUPAL	<ul style="list-style-type: none"> Se conforman varios grupos con diferentes potencias pero con un tiempo similar de operación, para que la compensación sea por medio de un banco de capacitores común con su propio interruptor. El banco de capacitores podrá ser instalado en el centro de control de los motores. Se reduce el costo de inversión en los bancos de capacitores. 	<ul style="list-style-type: none"> La sobrecarga de potencia reactiva no será anulada en su totalidad, es decir, seguirá circulando energía reactiva entre el centro de control de los motores y los motores, por este motivo no permite una reducción del dimensionamiento de la instalación. Presenta la desventaja de riesgo de sobrecompensación, si hay grandes variaciones de carga.
COMPENSACION CENTRALIZADA	<ul style="list-style-type: none"> Administra la potencia reactiva a suministrar según los requerimientos del momento. Se tiene una mejora en la regulación de voltaje en el sistema eléctrico. Mejor utilización de la capacidad del banco de capacitores. 	<ul style="list-style-type: none"> Las diversas líneas de distribución no son descargadas de la potencia reactiva, además, se requiere de un dispositivo adicional que es un regulador automático de banco de capacitores para suministrar la potencia reactiva según las necesidades de cada momento.

Tabla 2: Ventajas y Desventajas de cada tipo de Compensación Reactiva / Fuente: Elaboración Propia.

2.2.4. Procedimiento metodológico para compensación de energía reactiva.

Para la compensación de energía reactiva existen dos métodos, la cual uno de ellos es el método mediante fórmulas y el otro mediante una tabla que nos permite modificar el factor de potencia inicial.

Para la selección del capacitor requerido para compensar la energía reactiva que consumen los motores eléctricos y cargas adicionales lo obtenemos mediante la siguiente formula teniendo en cuenta los siguientes pasos mediante un ejemplo:

Primer método mediante fórmula

Consideramos una carga generada por un motor de 250hp con un factor de potencia 0.82, determinar un condensador adecuado para reducir su consumo de energía reactiva:

a) Determinar la carga del circuito

Tener en cuenta la carga del circuito para poder realizar los cálculos correspondientes para lograr así determinar el factor de potencia adecuado y reducir el consumo de energía reactiva del circuito.

En este caso la carga del circuito es de 250hp que debemos convertir a kw:

$$1\text{hp} \approx 0.746\text{kw}$$

Entonces: $250\text{hp} \approx 186.5\text{kw}$

b) Determinar su factor de potencia inicial y designar su factor de potencia final

El factor de potencia inicial puede estar establecido en la placa de cada motor y en este caso el factor de potencia es 0.82. Le asignamos un factor de potencia ≥ 0.96 y en este caso consideraremos un factor de potencia 0.97.

Procedemos a hallar su ángulo de desfase inicial y final:

$$\begin{aligned}\cos \theta_i &= 0.82 & \cos \theta_f &= 0.97 \\ \theta_i &= \cos^{-1}(0.82) & \theta_f &= \cos^{-1}(0.97) \\ \theta_i &= 34.91^\circ & \theta_f &= 14.06^\circ\end{aligned}$$

c) Procedemos hallar su potencia aparente inicial y final

$$\begin{aligned}\cos \theta_i &= \frac{\text{Potencia}}{S_i} & \cos \theta_f &= \frac{\text{Potencia}}{S_f} \\ S_i &= \frac{\text{Potencia}}{\cos \theta_i} & S_f &= \frac{\text{Potencia}}{\cos \theta_f} \\ S_i &= \frac{186.5kW}{0.82} & S_f &= \frac{186.5kW}{0.97} \\ S_i &= 227.43 \text{ kVA} & S_f &= 192.26 \text{ kVA}\end{aligned}$$

d) Determinar la potencia reactiva del circuito

$$\begin{aligned}\sin \theta_i &= \frac{Q}{S_i} & \sin \theta_f &= \frac{Q_f}{S_f} \\ Q_i &= S_i \cdot \sin \theta_i & Q_f &= S_f \cdot \sin \theta_f \\ Q_i &= 227.43 \text{ kV} \cdot (34.91) & Q_f &= 192.26 \text{ kV} \cdot (14.06) \\ Q_i &= 130.15 \text{ kvar} & Q_f &= 46.78 \text{ kvar}\end{aligned}$$

e) Determinar la carga a compensar mediante un condensador

$$\begin{aligned}Q_c &= \text{carga a compensar (kvar)} \\ Q_c &= Q_i - Q_f = 227.43 \text{ kvar} - 192.26 \text{ kvar} \\ Q_c &= 35.17 \text{ kvar}\end{aligned}$$

Segundo Método por tabla

Conociendo los siguientes datos podremos calcular la compensación de una instalación:

Cos ϕ inicial

Cos ϕ final

Potencia activa de la instalación

La potencia reactiva a compensar una vez obtenido el factor multiplicador mediante la tabla se obtiene de la siguiente manera:

$$Q = Potencia Activa \times p$$

Q: Energía Reactiva a compensar p: factor multiplicador

El factor multiplicador se obtiene interceptando el $\cos\phi$ o $\tan\phi$ inicial ubicado en las filas del lado izquierdo y el $\cos\phi$ o $\tan\phi$ final o deseado ubicado como columnas en la parte superior.

Antes de la Compensación		Potencia del condensador en kVAr a instalador por kW de carga para elevar el facto de potencia ($\cos\phi$ o $\text{tg}\phi$ a obtener)													
$\text{tg}\phi$	$\cos\phi$	$\text{tg}\phi$	0.75	0.59	0.48	0.45	0.42	0.39	0.36	0.32	0.29	0.25	0.2	0.14	0
		$\cos\phi$	0.8	0.86	0.9	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1
2.29	0.40		1.541	1.698	1.807	1.836	1.865	1.896	1.928	1.963	2.000	2.041	2.088	2.149	2.291
2.22	0.40		1.475	1.631	1.740	1.769	1.829	1.829	1.862	1.896	1.933	1.974	2.022	2.082	2.225
2.16	0.42		1.411	1.567	1.676	1.705	1.766	1.766	1.798	1.832	1.869	1.910	1.958	2.018	2.161
2.10	0.43		1.350	1.506	1.615	1.644	1.704	1.704	1.737	1.771	1.808	1.849	1.897	1.957	2.100
2.04	0.44		1.291	1.448	1.557	1.585	1.646	1.646	1.678	1.712	1.749	1.790	1.838	1.898	2.041
1.98	0.45		1.235	1.391	1.500	1.529	1.589	1.589	1.622	1.656	1.693	1.734	1.781	1.842	1.985
1.93	0.46		1.180	1.337	1.446	1.475	1.535	1.535	1.567	1.602	1.639	1.680	1.727	1.788	1.930
1.88	0.47		1.128	1.285	1.394	1.422	1.483	1.483	1.515	1.549	1.586	1.627	1.675	1.736	1.878
1.83	0.48		1.078	1.234	1.343	1.372	1.432	1.432	1.465	1.499	1.536	1.577	1.625	1.685	1.828
1.78	0.49		1.029	1.186	1.295	1.323	1.384	1.384	1.416	1.450	1.487	1.528	1.576	1.637	1.779
1.73	0.50		0.982	1.139	1.248	1.276	1.337	1.337	1.369	1.403	1.440	1.481	1.529	1.590	1.732
1.69	0.51		0.937	1.093	1.202	1.231	1.291	1.291	1.324	1.358	1.395	1.436	1.484	1.544	1.687
1.64	0.52		0.893	1.049	1.158	1.187	1.247	1.247	1.280	1.314	1.351	1.392	1.440	1.500	1.643
1.60	0.53		0.850	1.007	1.116	1.144	1.205	1.205	1.237	1.271	1.308	1.349	1.397	1.458	1.600
1.56	0.54		0.809	0.965	1.074	1.103	1.163	1.163	1.196	1.230	1.267	1.308	1.356	1.416	1.559
1.52	0.55		0.768	0.925	1.034	1.063	1.123	1.123	1.156	1.190	1.227	1.268	1.315	1.376	1.518
1.48	0.56		0.729	0.886	0.995	1.024	1.084	1.084	1.116	1.151	1.188	1.229	1.276	1.337	1.479
1.44	0.57		0.691	0.848	0.957	0.986	1.046	1.046	1.079	1.113	1.150	1.191	1.238	1.299	1.441
1.40	0.58		0.655	0.811	0.920	0.949	0.969	1.009	1.042	1.076	1.113	1.154	1.201	1.262	1.405
1.37	0.59		0.618	0.775	0.884	0.913	0.942	0.973	1.006	1.040	1.077	1.118	1.165	1.226	1.368
1.33	0.60		0.583	0.741	0.849	0.878	0.907	0.938	0.970	1.005	1.042	1.083	1.130	1.191	1.333
1.30	0.61		0.549	0.706	0.815	0.843	0.873	0.904	0.936	0.970	1.007	1.048	1.096	1.157	1.299
1.27	0.62		0.515	0.672	0.781	0.810	0.839	0.870	0.903	0.937	0.974	1.015	1.062	1.123	1.268
1.23	0.63		0.483	0.639	0.748	0.777	0.807	0.837	0.873	0.904	0.941	0.982	1.030	1.090	1.233
1.20	0.64		0.451	0.607	0.716	0.745	0.775	0.805	0.838	0.872	0.909	0.950	0.980	1.058	1.201
1.17	0.65		0.419	0.672	0.685	0.714	0.743	0.774	0.806	0.840	0.877	0.919	0.966	1.027	1.169
1.14	0.66		0.388	0.639	0.654	0.683	0.712	0.743	0.775	0.810	0.847	0.888	0.935	0.996	1.138
1.11	0.67		0.358	0.607	0.624	0.652	0.682	0.713	0.745	0.779	0.816	0.857	0.905	0.996	1.108
1.08	0.68		0.328	0.576	0.594	0.623	0.652	0.683	0.715	0.750	0.878	0.828	0.875	0.936	1.078
1.05	0.69		0.299	0.545	0.565	0.593	0.623	0.654	0.686	0.720	0.757	0.798	0.846	0.907	1.049
1.02	0.70		0.270	0.515	0.536	0.565	0.594	0.633	0.657	0.692	0.729	0.770	0.817	0.878	1.020
0.99	0.71		0.242	0.485	0.508	0.536	0.566	0.597	0.629	0.663	0.700	0.741	0.789	0.849	0.992
0.96	0.72		0.214	0.456	0.480	0.508	0.538	0.569	0.601	0.665	0.672	0.713	0.761	0.821	0.964
0.94	0.73		0.186	0.427	0.452	0.481	0.510	0.541	0.573	0.608	0.645	0.686	0.733	0.794	0.936
0.91	0.74		0.159	0.398	0.425	0.453	0.483	0.514	0.546	0.580	0.617	0.658	0.706	0.766	0.909
0.88	0.75		0.132	0.370	0.398	0.426	0.456	0.487	0.519	0.553	0.590	0.631	0.679	0.739	0.882
0.86	0.76		0.105	0.343	0.371	0.400	0.429	0.460	0.492	0.526	0.563	0.605	0.652	0.713	0.855
0.83	0.77		0.079	0.316	0.344	0.373	0.403	0.433	0.466	0.500	0.537	0.578	0.626	0.686	0.829
0.80	0.78		0.052	0.289	0.318	0.347	0.376	0.407	0.439	0.574	0.511	0.552	0.559	0.660	0.802
0.78	0.79		0.026	0.262	0.292	0.320	0.350	0.381	0.413	0.447	0.484	0.525	0.573	0.634	0.776
0.75	0.8			0.235	0.266	0.294	0.324	0.355	0.387	0.421	0.458	0.449	0.547	0.608	0.750
0.72	0.81			0.209	0.240	0.268	0.298	0.329	0.361	0.395	0.432	0.473	0.521	0.581	0.724
0.70	0.82			0.183	0.214	0.242	0.272	0.303	0.335	0.369	0.406	0.447	0.495	0.556	0.698
0.67	0.83			0.157	0.188	0.216	0.246	0.277	0.309	0.343	0.380	0.421	0.469	0.530	0.672
0.65	0.84			0.131	0.162	0.190	0.220	0.251	0.283	0.317	0.354	0.395	0.443	0.503	0.646
0.62	0.85			0.105	0.135	0.160	0.194	0.225	0.257	0.291	0.328	0.369	0.417	0.477	0.620
0.59	0.86			0.079	0.109	0.138	0.167	0.198	0.230	0.265	0.302	0.343	0.390	0.451	0.593
0.56	0.87			0.053	0.082	0.111	0.141	0.172	0.204	0.238	0.275	0.316	0.364	0.424	0.567
0.53	0.88			0.029	0.055	0.084	0.114	0.145	0.177	0.211	0.248	0.289	0.337	0.397	0.540
0.51	0.89				0.280	0.057	0.086	0.117	0.149	0.184	0.221	0.262	0.309	0.370	0.512
0.34	0.9					0.029	0.058	0.089	0.121	0.156	0.193	0.234	0.281	0.480	0.484

Tabla 3: Compensación de Factor de Potencia / Fuente: Schneider Electric.

2.2.5. Sistema de iluminación

Existen diversos tipos de lámparas e iluminación en la actualidad esto es debido al avance tecnológico que con el pasar de los años ha permitido producir diferente tipos de lámparas, en sus inicios se utilizaban lámparas de filamentos con la finalidad de satisfacer las demanda de iluminación eléctrica. Ahora la iluminación eléctrica permite u ofrece una mejor estabilidad de la luz en comparación con la luz generada por gas o aceite y escaso mantenimiento.

La lámpara fluorescente tubular se convirtió en la fuente de luz dominante o más empleada porque era posible iluminar fábricas y oficinas sin sombras y comparativamente sin calor, aprovechando al máximo el espacio disponible.

Criterio de rendimiento

Los criterios de rendimiento varían según la aplicación. En general no existe una jerarquía concreta de importancia de estos criterios:

a) Rendimiento Lumínico

La emisión de lúmenes de una lámpara determinará su idoneidad en relación con la escala de la instalación y la cantidad de iluminación necesaria.

b) Coloración y reproducción del color

Se aplican escalas y valores numéricos independientes a la coloración y a la reproducción del color, es importante tener en cuenta que las cifras solo son orientativas y que algunas solo son aproximaciones. Siempre que sea posible, debe realizarse valoraciones con lámparas reales y con los colores o materiales aplicables a la situación.

c) Vida útil de la lámpara

La mayoría de lámparas tienen que ser reemplazadas varias veces durante la pervivencia de la instalación de alumbrado y los diseñadores deben reducir al máximo los inconvenientes de los ocupantes como consecuencia de las averías y mantenimientos.

d) Eficiencia

Como norma general, la eficiencia de un tipo determinado de lámpara será mejor cuanto mayor sea el régimen de potencia, porque la mayoría de las lámparas tienen cierta pérdida fija.

Tipo de luz

Incandescente

Es aquella luz generada por lámparas con materiales sólidos y líquidos, al calentarse, emiten radiación visible a temperaturas superiores a 1000K, este fenómeno recibe el nombre de Incandescencia.

Las lámparas de filamento se basan en este calentamiento para generar luz; una corriente eléctrica pasa a través de un fino hilo de tungsteno, cuya temperatura se eleva hasta alcanzar entre 2.500 y 3.200 K, en función del tipo de lámpara y su aplicación.

Descarga eléctrica

Una corriente eléctrica pasa a través de un gas que excita los átomos y moléculas para emitir radiación con un espectro característico de los elementos presentes. La descarga eléctrica es una técnica utilizada en las modernas fuentes de luz para el comercio y la industria, debido a que la producción de luz es más eficaz.

Tipos de lámpara

a) Lámparas Incandescentes

Son aquellas que utilizan un filamento de tungsteno dentro de un globo de vidrio vacío o llena de un gas inerte que evite la evaporación del tungsteno y reduzca el oscurecimiento del globo.



Ilustración 11: Construcción de una Lámpara GLS (General Lighting Service) Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.

b) Lámparas Halógenas de Tungstenos

Son similares a las lámparas incandescentes, pero estas lámparas, el globo contiene gas halógeno (bromo o yodo) que actúa controlando la evaporación del tungsteno. La mayoría de las lámparas halógenas de tungsteno duran más tiempo en comparación con las incandescentes y el filamento alcanza una temperatura mayor, creando más luz y un color más blanco.

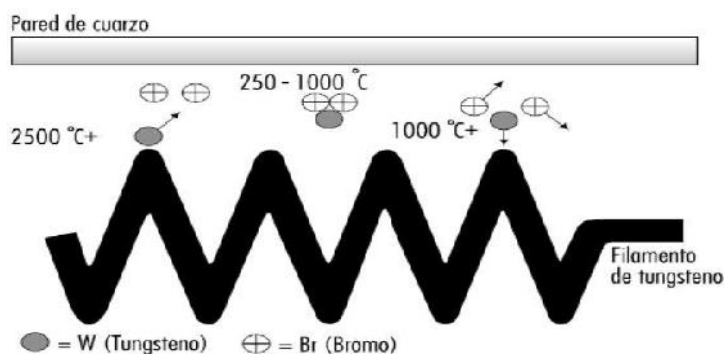


Ilustración 12: El Ciclo Halógeno. / Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.

c) Lámparas Halógenas de Tungsteno de baja tensión.

Son diseñadas originalmente para proyectores de diapositivas y películas. A 12V, un filamento diseñado para los mismos vatios que en el caso de una corriente de 230V se hace más pequeño y grueso. Puede enfocarse más eficazmente, y la mayor masa del filamento permite una temperatura de trabajo más alta, aumentando el rendimiento lumínico.

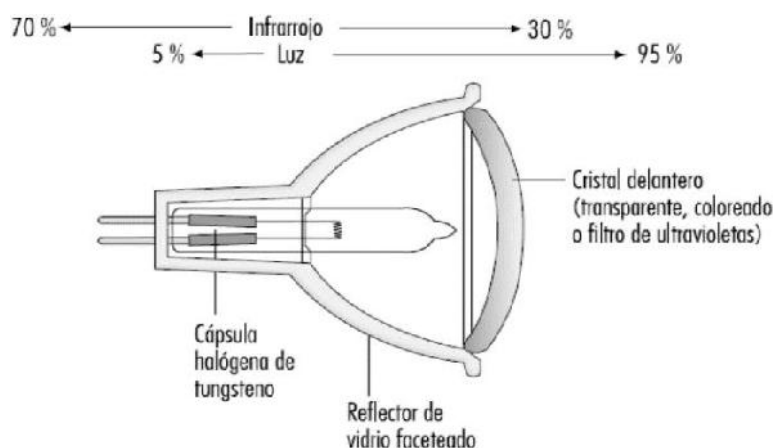


Ilustración 13: Lámpara reflectora dicróica de baja tensión. / Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.

d) Lámparas Fluorescentes Tubulares.

Son lámparas de mercurio de baja presión que están disponibles en versiones de “cátodo caliente” y “cátodo frío”. La primera versión es el tubo fluorescente convencional para fábricas y oficinas; “cátodo caliente” se refiere al cebado de la lámpara por precalentamiento de los electrodos para que la ionización del gas y del vapor de mercurio sea suficiente para realizar la descarga.

Las lámparas de cátodo frío se utilizan principalmente en letreros y anuncios publicitarios.

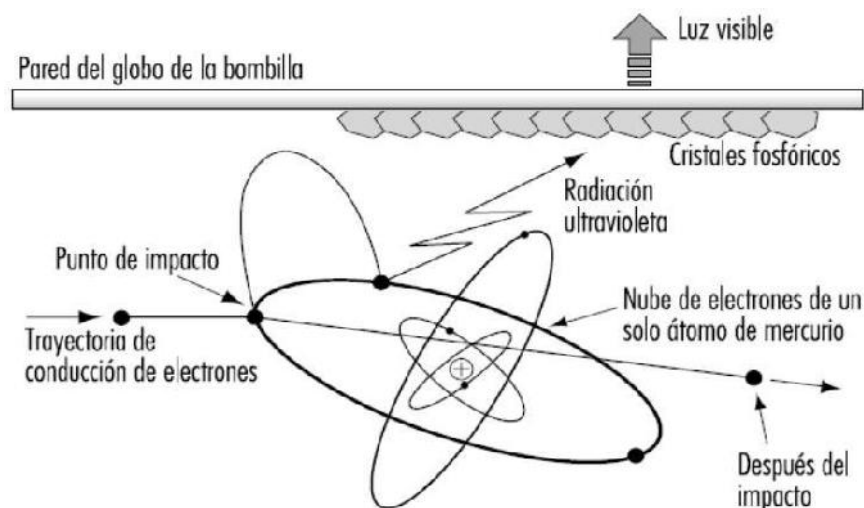


Ilustración 14: Principio de la lámpara fluorescente. /Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.

e) Lámparas Fluorescentes de tamaño reducido.

Estas lámparas utilizan trifosfórico, con la finalidad de lograr que la lámpara tenga una vida útil aceptable, algunas de las lámparas de tamaño reducido incluyen equipo de control necesario para crear dispositivos de conversión para lámparas incandescentes.

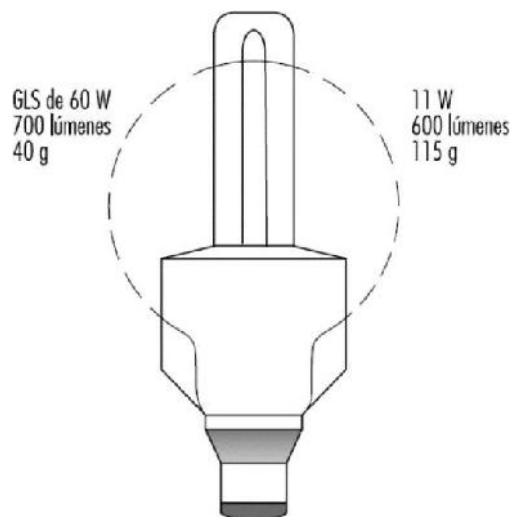


Ilustración 15: Fluorescente de tamaño reducido de cuatro patas. / Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.

f) Lámparas de Inducción

Son lámparas de mercurio de baja presión con revestimiento trifosfórico y cuya producción de luz es similar a la de lámparas fluorescentes. No existe conexión directa entre la bombilla y la bobina. La energía se transmite a la lámpara por radiación de alta frecuencia a 2.5Mhz desde una antena situada al centro de la lámpara. La construcción del recipiente de descarga es mucho más sencilla y duradera.

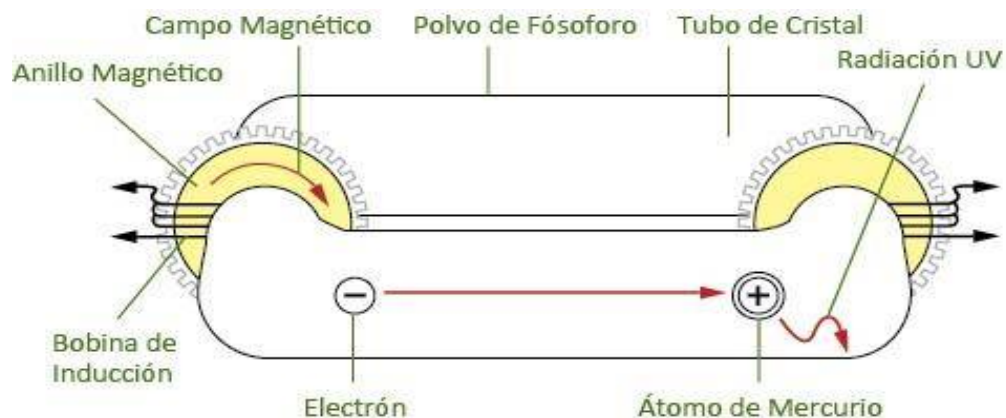


Ilustración 16: Lámpara de Inducción. / Fuente: Propia

g) Lámparas de Mercurio de Alta Presión.

Son más compactas y tienen mayores cargas eléctricas, requieren de descarga de arco hechos de cuarzo para soportar la presión y la temperatura. El tubo de descarga de arco va dentro de una envoltura exterior de vidrio con una atmósfera de nitrógeno o argonitrógeno para reducir la oxidación y chisporroteo. Son utilizadas para iluminar avenidas principales, carreteras, autopistas, etc.

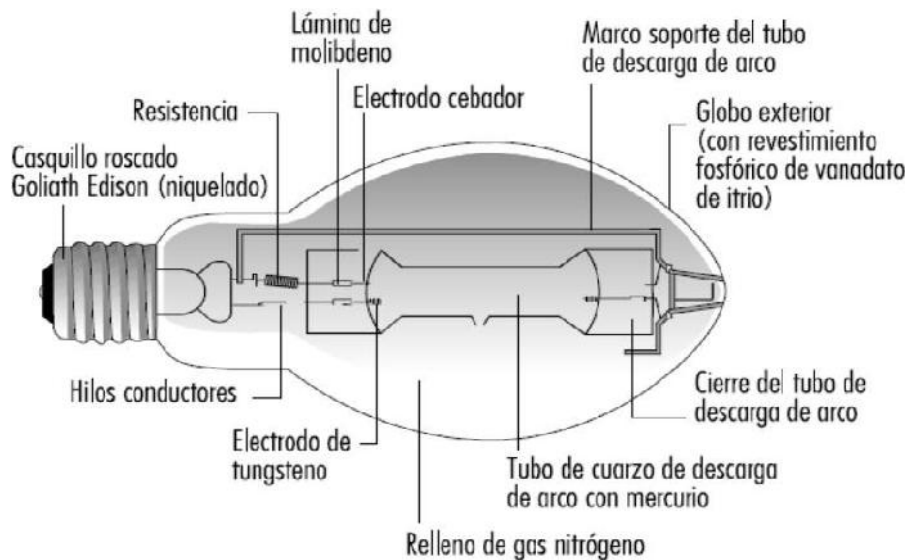


Ilustración 17: Componentes de una lámpara de mercurio. Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.

h) Lámparas de Haluro Metálico.

Una lámpara de haluro metálico puede utilizar varios metales diferentes, cada uno de los cuales emite un color característico específico.

Las lámparas de haluro metálico necesitan equipo de control, pero la falta de compatibilidad significa que es necesario combinar bien cada lámpara con su equipo para que las condiciones de cebado y funcionamiento sean correctas.

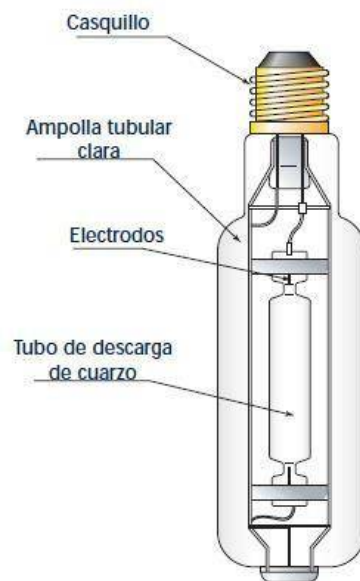


Ilustración 18: Lámpara de Haluro metálico / Fuente: Propia

i) Lámparas de Sodio de Baja Presión.

Esta lámpara está hecha de un vidrio contrachapado especial con una capa interior resistente al sodio. El tubo de descarga de arco tiene la forma de "U" estrecha y va dentro de una envoltura exterior al vacío para asegurar la estabilidad térmica. Su aplicación viene limitada por la condición de que la discriminación de los colores no tenga importancia visual, como en el caso de las carreteras, los pasos subterráneos y calles residenciales, en muchas situaciones estas lámparas están siendo reemplazadas por lámpara de sodio de alta presión.

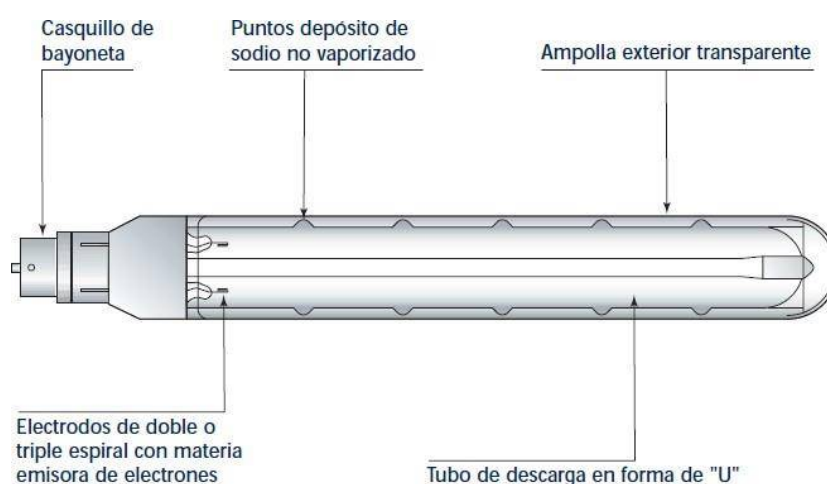


Ilustración 19: Lámpara de Sodio de baja Presión / Fuente: Propia

j) Lámparas de Sodio de Alta Presión.

Son parecidas a las de mercurio de alta presión, pero la diferencia es que ofrecen mejor eficiencia y una excelente constancia del flujo luminoso. La naturaleza reactiva del sodio requiere que el tubo sea de descarga de arco se fabrique con alúmina policristalina translúcida, ya que el vidrio o el cuarzo son inadecuados. El globo de vidrio exterior contiene un vacío para evitar el chisporroteo y la oxidación.

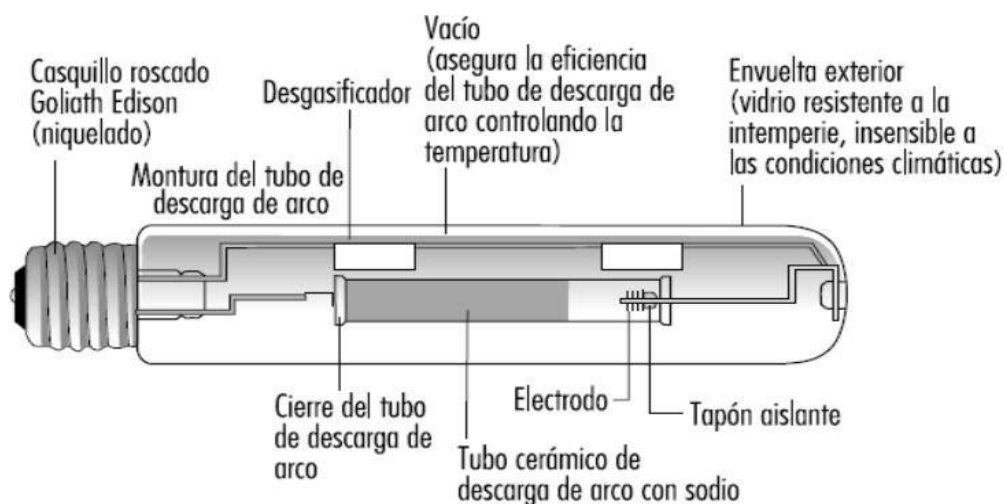


Ilustración 20: Lámpara de sodio de alta presión. / Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.

k) Lámparas LED.

Un LED (light emitting diode) es un dispositivo semiconductor que emite luz cuasi monocromática cuando se polariza de forma directa y es atravesado por una corriente eléctrica.

Es básicamente un semiconductor unido a dos terminales (ánodo y cátodo) que cuando circula corriente eléctrica produce un efecto llamado electroluminiscencia, fenómeno que transforma la energía eléctrica en radiación visible. Por tanto son fuentes de luz en estado sólido, es decir, sin filamento o gas inerte que lo rodee, ni capsula de vidrio que lo recubra como las tecnologías tradicionales.

Mencionaremos las ventajas que podemos obtener usando tecnología LED:

- Tamaño reducido lo cual le permite ajustarse a una variedad de aplicaciones.
- Ofrece una alta resistencia a vibraciones e impactos en comparación con las lámparas convencionales.

- Su vida útil es mayor entre 50.000 y 100.000 horas.
- Bajo consumo, ahorrando energía por la poca potencia instalada.
- Alta eficiencia en colores, presenta una elevada saturación de color, por lo que no se necesita filtros de color. Los LED son fuentes de luz prácticamente monocromática que permite obtener una amplia gama de colore.
- No emite radiación UV/IR, por lo que no se deterioran los materiales expuestos a la luz LED.
- Efectividad a bajas temperaturas.

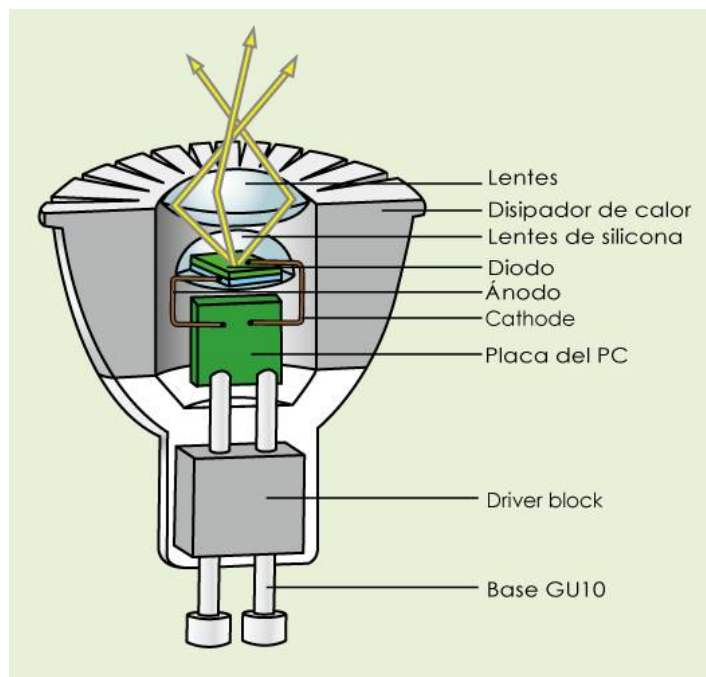


Ilustración 21: Lámpara LED. / Fuente: Propia.

Calidad de la iluminación por tipo de tarea visual o actividad.

TIPO	POTENCIA NOMINAL (VATIOS)	REPRODUCCION DEL COLOR	TEMPERATURA COLORIMETRICA (K)	VIDA UTIL (HORAS)
Lámparas fluorescentes de tamaño reducido	5-55	Buena	2.700-5.000	5.000-10.000
Lámparas de mercurio de alta presión	80-750	Correcta	3.300-3.800	20.000
Lámparas de sodio de alta presión	50-1.000	De incorrecta a buena	2.000-2.500	6.000-24.000
Lámparas incandescentes	5-500	Buena	2.700	1.000-3.000
Lámparas de inducción	23-85	Buena	3.000-4.000	10.000-60.000
Lámparas de sodio de baja presión	26-180	Color amarillo monocromático	1.800	16.000
Lámparas halógenas de tungsteno de baja tensión	12-100	Buena	3.000	2.000-5.000
Lámparas de haluro metálico	35-2.000	De buena a excelente	3.000-5.000	6.000-20.000
Lámparas fluorescentes tubulares	4-100	De correcto a buena	2.700-6.500	10.000-15.000
Lámparas halógenas de tungsteno	100-2.000	Buena	3.000	2.000-4.000

Tabla 4: Sistema Internacional de Codificación de Lámparas (SICL), sistema de codificación en formato abreviado para algunos tipos de lámparas. / Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.

Cada actividad requiere un determinado nivel de iluminación. En general, cuanto mayor sea la dificultad de percepción visual, mayor deberá ser el nivel de la iluminación. El nivel de iluminación se mide con un Luxómetro que convierte la energía luminosa en una señal eléctrica, que posteriormente se amplifica y permite una fácil lectura en una escala de lux calibrada.

De acuerdo a la Norma Técnica EM.010 en el Sub-título iii.4 en instalaciones eléctricas y mecánicas mostraremos las calidades y tipos de tareas visuales en la siguiente tabla:

CALIDAD	TIPO DE TAREA VISUAL O ACTIVIDAD
A	Tareas visuales muy exactas.
B	Tareas visuales con alta exigencia. Tareas visuales de exigencia normal y de alta concentración.
C	Tareas visuales de exigencia y grado de concentración normales; y con un cierto grado de movilidad de trabajador.
D	Tareas visuales de bajo grado de exigencia y concentración, con trabajadores moviéndose frecuentemente dentro de un área específica.
E	Tareas de baja demanda visual, con trabajadores moviéndose sin restricción de área.

Tabla 5: Calidad de la Iluminación por Tipo de Tarea Visual o Actividad. / Fuente: Norma Técnica EM.010 Instalaciones Eléctricas Interiores.

TIPO DE ACTIVIDAD	CATEGORÍA DE ILUMINACIÓN	ILUMINACIÓN NOMINAL LX
Espacios públicos con alrededores oscuros.	A	20-30-50
Simple orientación para visitas cortas temporales.	B	50-75-100
Recintos de trabajo donde las tareas visuales solo ocasionalmente.	C	100-150-200
Realización de tareas visuales de gran contraste o gran tamaño.	D	200-300-500
Realización de tareas visuales de contraste medio o pequeño tamaño.	E	500-750-1000
Realización de tareas visuales de bajo contraste muy pequeño tamaño.	F	1000-1500-2000
Realización de tareas visuales de bajo contraste o muy pequeño tamaño a través de un prolongado periodo.	G	2000-3000-5000
Realización de tareas visuales muy prolongadas y exactas.	H	5000-7500-10000

Tabla 6: Categoría de Iluminación y Valores de Iluminación para Tipos Genéricos de Actividades en Interiores. Fuente: Norma de Alumbrado de Interiores y Campos Deportivos.

Cálculo del ahorro energético usando tecnología Leds:

Para determinar el cálculo del ahorro energético que obtendremos al implementar tecnología LEDs en las instalaciones de la empresa, debemos seguir los siguientes pasos:

1. Debemos saber el tipo de iluminación que tiene instalado el local.
2. Determinar la cantidad, el tipo y potencia de las lámparas por áreas.
3. Conocer el tiempo que suelen estar encendidas las lámparas.
4. Saber cuántas horas al día y por cuantos días al mes suelen estar encendidas las lámparas.
5. Elegir las lámparas LEDs adecuadas que sustituirán a las convencionales.

6. Determinar el tipo de lámparas que será sustituida y el flujo luminoso que se requiere de acuerdo al área. Luego de tomar estas características en consideración debemos proceder a seleccionar las lámparas de acuerdo al modelo y flujo luminoso que sean similares a las convencionales.
7. Calcular el consumo actual mensual.

Lo determinamos de la siguiente manera.

$$\frac{N^{\circ} \text{lámparas} \times \text{Potencia de la lámpara} \times N^{\circ} \text{ horas encendidas} \times N^{\circ} \text{ días al mes.}}{1000}$$

Este resultado es dividido entre 1000 para poder obtener las unidades en kW.h

8. Calcular el ahorro mensual por consumo.

Primero debemos determinar el costo que generar las lámparas convencionales y las lámparas LED.

$$C1 = \text{Consumo actual mensual} \times \text{Costo por kW. h}$$

$$C2 = \text{Consumo actual mensual} \times \text{Costo por kW. h}$$

El C1 representa al consumo de las lámparas convencionales y el C2 al consumo de las lámparas LEDs.

Luego de obtener ambos consumos procedemos a calcular el ahorro.

$$\text{Ahorro} = \text{Consumo de Lámparas convencionales (C1)} - \text{Consumo Lámparas LED (C2)}$$

Si queremos presentarlo de manera porcentual aplicamos el siguiente método:

$$\text{Ahorro} = \frac{(\text{Consumo de Lámparas convencionales (C1)} - \text{Consumo Lámparas LED (C2)}) \times 100}{\text{Consumo de Lámparas Convencionales (C1)}}$$

El valor obtenido lo obtendremos en un valor porcentual.

9. Calcular el número de veces que hay que reemplazar las lámparas convencionales en el tiempo de vida estimado de los LEDs.

Este valor nos permitirá determinar cuántas veces se tendrán que cambiar una lámpara en base a las horas de vida útil.

$$\text{Tiempo a cambiar Lámpara Convencional (T1)} = \frac{\text{Nº de horas de vida útil}}{\text{Nº de horas al año}}$$

$$\text{Tiempo a cambiar Lámpara LED (T2)} = \frac{\text{Nº de horas de vida útil}}{\text{Nº de horas al año}}$$

$$\text{Nº veces a cambiar lámparas} = \frac{T2}{T1}$$

El nº de veces a cambiar una lámpara se obtiene en base a los tiempo que cada lámpara tendrá que ser cambiada una vez culminado su tiempo de vida útil.

10. Gastos de Mantenimiento de las Lámparas.

Lámparas Convencionales:

$$G1 = \text{Nº veces a cambiar} \times \text{Nº Lámparas} \times (A + B)$$

Dónde:

A: Costo de cada lámpara convencional.

B: Mano de obra

11. Tiempo de Amortización.

El tiempo a recuperar la inversión de las nuevas lámparas LEDs lo hallamos con la siguiente manera:

$$- \text{Ahorro Anual en Consumo (AAC)} = \text{Ahorro mensual} \times 12 \text{ meses}$$

$$- \text{Ahorro Anual en Mantenimiento (AAM)} = \frac{\text{Ahorro en mantenimiento}}{\text{Tiempo de vida de lámpara LED}}$$

- $Ahorro\ Anual\ estimado\ con\ LEDs = AAC + AAM$
- $Tiempo\ de\ Amortización\ en\ años = \frac{Costo\ inversión}{Ahorro\ Anual\ Estimado}$

2.2.6. Análisis de pliego tarifario

Para poder analizar el pliego tarifario debemos tener en cuenta las siguientes normas y documentos de referencia que nos ayuda a aclarar cualquier duda respecto a la selección correcta del pliego tarifario:

Normas y documentos de referencia:

- a) Decreto Ley N°25844, Ley de Concesiones Eléctricas (LCE).
- b) Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas (RLCE), aprobado por Decreto Supremo N°009-93-EM.
- c) Norma de Operaciones Tarifarias, Resolución OSINERGMIN-182-2009- OS-CD.

“Que, las opciones tarifarias tiene por objetivo dar a los usuarios finales, las señales económicas que permitan el uso eficiente de la electricidad, por lo que, deben tener la posibilidad de elegir, en función de los costos diferenciados de electricidad en los periodos de punta y fuera de punta y los sistemas de medición disponibles, aquella opción que refleje mejor su patrón de consumo o, en caso contrario adecuar su patrón de consumo a fin de lograr la menor facturación posible. En este sentido, el objetivo final es lograr un equilibrio eficiente de la demanda eléctrica mensual, ya que, con ello se favorecería a todos los usuarios eléctricos y al sistema eléctrico en general, al resultar más económico satisfacer de modo óptimo la máxima demanda del sistema.”

- d) Reglamento de Usuarios Libres de Electricidad, Decreto Supremo N°022-2009-EM.

Rango de demanda en el que deben estar comprendidos los clientes libres para poder elegir la condición de regulados, prevista por el Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 022-2009-EM.

- e) Norma de terminología en electricidad – Dirección General de Electricidad de Ministerio de Energía y Minas (RM N°091-2002-EM/VME).

Pliego tarifario MT2

Facturación de la Energía Activa:

Para la facturación de los consumos de energía activa en horas punta, se exceptuara los días domingos, los días feriados nacionales del calendario regular anual y los feriados nacionales extraordinarios declarados en días hábiles. La facturación de energía en horas punta y fuera de punta, se determinara en base al consumo registrado en dichos periodos por su respectivo precio unitario (expresado S/./kW.h).

Facturación del cargo por potencia activa de generación en horas punta:

Esta dada por la demanda máxima mensual en horas punta, multiplicado por el precio unitario de potencia activa de generación en horas punta.

Facturación del cargo por potencia por uso de las rede de distribución en horas punta:

Se debe tomar en consideración el promedio de las dos más altas demandas máximas de los últimos seis meses en el periodo de horas punta. Al valor resultante se le multiplica por el precio unitario de potencia por uso de las redes de distribución en horas punta.

Facturación por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera punta:

Se resta el valor de la potencia por uso de distribución de horas fuera de punta menos la potencia por uso de redes de distribución a facturar en horas de punta.

El exceso resultante será aplicable cuando el resultado sea positivo. El valor resultante se le multiplica por el precio unitario de potencia por uso de redes de distribución en horas fuera de punta.

$$PURDFHP = \frac{D_1 + D_2}{2}$$

$$PURDHP = \frac{D_1 + D_2}{2}$$

$$EPURDFHP = PURDFHP - PURDHP$$

Facturación por energía reactiva:

Si el consumo de energía reactiva exceda el 30% de la energía activa total mensual, la facturación se efectuara sobre el exceso de la energía reactiva. El valor resultante, se le multiplica por el precio unitario de la energía reactiva.

Pliego tarifario MT3

Facturación de la Energía Activa:

Se exceptuará los días domingos, los días feriados nacionales del calendario regular anual y los feriados nacionales extraordinarios declarados en días hábiles.

Calificación tarifaria:

Será efectuada por la concesionaria según el grado de utilización de la potencia en horas punta o fuera de punta del usuario.

$$\text{Calificación Tarifaria} = \frac{EA\ HPmes}{M. D. leída\ del\ mes \times \#HPmes}$$

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.

Facturación del cargo por potencia activa de generación:

Esta dada por la demanda máxima mensual una vez calificado el usuario (cliente punta o cliente fuera de punta).

Facturación del cargo por potencia por uso de las redes de distribución:

Se determina tomando el promedio de las dos más altas demandas máximas de los últimos seis meses en horas punta o fuera de punta, incluyendo el mes que se factura.

Facturación por energía reactiva:

Si el consumo de energía reactiva exceda el 30% de la energía activa total mensual, la facturación se efectuara sobre el exceso de la energía reactiva.

Pliego tarifario MT4

Facturación de la Energía Reactiva:

Se determinará en base al consumo registrado por su respectivo precio unitario.

Calificación Tarifaria:

Será efectuada por la concesionaria según el grado de utilización de la potencia en horas de punta o fuera de punta del usuario.

$$\text{Calificación Tarifaria} = \frac{EA\ HPmes}{M.D.\ leída\ del\ mes \times \#HPmes}$$

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.

Si el resultado es ≥ 0.5 , el usuario es considerado como cliente presente en punta.

Si el resultado es < 0.5 , el usuario es considerado como cliente presente en fuera de punta.

Facturación del cargo por potencia activa de generación:

Esta dada por la máxima demanda leída mensual.

Facturación del cargo por potencia por uso de las redes de distribución:

Está dada por las dos más altas demandas máximas de los últimos seis meses en horas punta o fuera de punta, incluyendo el mes que se facturara.

Facturación de energía reactiva:

Si el consumo de energía reactiva excede el 30% de la energía activa total mensual, la facturación se efectuará sobre el exceso de la energía reactiva.

2.2.7. Motores de corriente alterna

Un motor eléctrico es esencialmente una máquina que convierte energía eléctrica en movimiento o trabajo mecánico, a través de medios electromagnéticos.

Partes fundamentales de un motor eléctrico:

ESTATOR:

Es el elemento que opera como base, permitiendo que desde ese punto se lleve a cabo la rotación del motor. El estator no se mueve mecánicamente, pero si magnéticamente. Esta constituido principalmente de un conjunto de láminas de acero al silicio (y se les llama “paquete”), que tienen la habilidad de permitir que pase a través de ellas el flujo magnético con facilidad; la parte metálica del estator y los devanados proveen los polos magnéticos.

ROTOR:

Es el elemento de transferencia mecánica, ya que de él depende la conversión de energía eléctrica a mecánica. Los rotores son un conjunto de láminas de acero al silicio que forman un paquete.

CARCASA:

Es la parte que protege y cubre al estator y al rotor, el material empleado para su fabricación depende del tipo de motor, de su diseño y su aplicación.

BASE:

Es el elemento donde se soporta toda la fuerza mecánica de operación del motor.

CAJA DE CONEXIONES:

Es la parte del motor que protege a los conductores que alimenta al motor, resguardándolos de la operación mecánica del mismo, y contra cualquier elemento que pudiera dañarlos.

TAPA:

Estos elementos son los que van a sostener en la gran mayoría de los casos a los cojinetes o rodamientos que soportan la acción del rotor.

COJINETES:

También conocidos como rodamientos, contribuyen a la óptima operación de las partes giratorias del motor. Se utilizan para sostener y fijar ejes mecánicos, y para reducir la fricción, lo que contribuye a lograr que se consuma menos potencia.

2.2.8. Eficiencia o rendimiento de un motor.

La eficiencia del motor es un factor que indica el grado de pérdida de energía, trabajo o potencia de cualquier aparato eléctrico o mecánico, la eficiencia de una maquina se define como la relación del trabajo de salida entre el trabajo de entrada, en términos de potencia, la eficiencia es igual al cociente entre la potencia de salida y la potencia de entrada.

$$\eta = \frac{P_{SALIDA(UTIL)}}{P_{ENTRADA}} = \frac{P_{EJE}}{P_{ELECTRICA}}$$

Optar por un motor de alta eficiencia en comparación con un motor estándar es que un motor de alta eficiencia o rendimiento consume menos energía para desarrollar la misma potencia mecánica.

Si un motor se utiliza de 2000 horas al año, el tiempo de amortización de la diferencia de precios es relativamente rápido.

Un ejemplo: Un motor de 15kW 4 polos con clase IE1 tiene un rendimiento de

88,7% y el equivalente en IE2 un rendimiento de 90,6%. Para desarrollar los 15kW, el motor IE1 consumirá $15/0.887 = 16,91\text{kW}$ y el motor IE2 consumirá $15/0.906 = 16,56\text{kW}$, es decir, 0,35kW menos. Suponiendo que ambos motores trabajan a plena carga durante 3000 horas al año, el motor IE1 habrá consumido $0,35 \times 3000 = 1050\text{kW.h}$ más al año, que a un precio de 0,08€/kWh resulta 84€ más de energía al año. Si se compara con la diferencia de precios de adquisición de uno y otro motor, se verá que el tiempo de amortización es del orden de dos años.

La diferencia de precio entre un motor IE1 y un motor IE2 se amortiza rápidamente si el motor se utiliza más de 2000 horas al año.

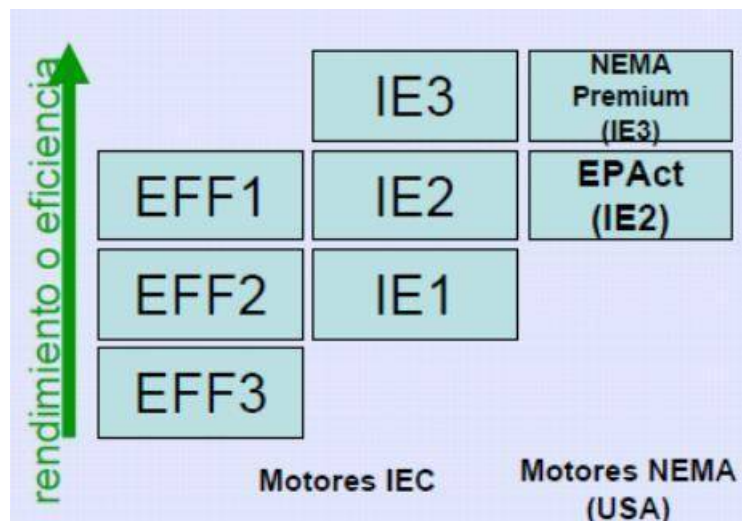


Ilustración 22: Rendimiento de motores / Fuente: SIEMENS

Los beneficios de emplear un motor de alta eficiencia son los siguientes:

- Un motor IE2 puede llegar a tener hasta un 40% menos de pérdidas que el mismo motor menos eficiente o estándar.
- Mayor vida útil gracias a una alta reserva térmica, lo que equivale a un factor de servicio más alto y menor costo en su mantenimiento.
- Menor consumo eléctrico para desarrollar la misma potencia mecánica en comparación con un motor estándar, la diferencia de precio entre un motor estándar y uno de alta eficiencia puede ser amortiguado en pocos meses si las horas de operación del motor son continuas o constantes.

Para la selección de un motor debemos tener en cuenta su factor de servicio, y la que lo define es la norma NEMA MG-1, en la siguiente tabla mostraremos su clasificación:

Continuo S1:

Es un servicio que requiere que la operación demandada sea con carga constante para un tiempo indefinido, cuando el motor opera las 24 horas. Esta es la clasificación más común y representa aproximadamente el 90% de las aplicaciones de motor.

Variación de carga (temporal) S2:

En la norma MG 10- aplicaciones donde la carga presenta ciclos de operación que no indican 2001 (R2007), se establece que existen aplicaciones donde la carga que existen prioridad, como también, periodos donde la maquina este detenida. Para este tipo de casos, pueden existir periodos de picos de carga que deben ser considerados mediante el establecimiento de una carga de operación.

Intermitentes periódicos S3, S4 y S5:

Es cuando la carga exige ciclos o intervalos que alternan con y sin carga, estos valores de tiempos de la maquina detenida y en funcionamiento deben estar claramente definidos. Al seleccionar un motor para estas aplicaciones, se debe confirmar que los caballos de fuerza coincidan con los requisitos en virtud de la condición de carga.

Servicios ininterrumpidos periódicos S6, S7 y S8.

Servicio con variación no periódica de carga y velocidad S9.

Servicio con cargas constantes diferentes S10.

El factor de servicio podemos notar en las placas de datos de los motores que indican valores como F.S. = 1.0, eso quiere decir que el motor puede funcionar al 100% de la carga, pero si tiene un valor F.S = 1.15 entonces el motor podría funcionar hasta con una carga de 115% del diseño original sin dañarse.

Debemos tener en cuenta también los tipos de aislamientos:

La temperatura que se indica en la columna central de la tabla n°7, corresponde a la suma de la temperatura ambiente (40°C) más el incremento permitido (valor

Tipos de aislamiento	Temperatura Máximo	Incremento Máximo
Clase A	105°C	65°C
Clase E	120°C	80°C
Clase B	130°C	90°C
Clase F	155°C	115°C
Clase H	180°C	140°C
Clase N	200°C	160°C

Tabla 7: Tipos de aislamiento / Fuente: Dialnet.

diseñado).

Ahorro energético mediante el uso de motores de alta eficiencia.

El ahorro energético está basado en la comparación entre un motor estándar y un motor de alta eficiencia, podremos observar mediante la siguiente formula la diferencia de costos y el ahorro presente antes de implementar o seleccionar un motor para un determinado proceso o función que se requiera en la empresa, industria, etc.

$$C_T = P_I + \frac{0.746 * HP * TO * R}{E}$$

Dónde:

CT : Costo total de operación del motor.

PI : Precio inicial del motor.

HP : Potencia del motor.

TO : Tiempo de operación del motor.

R : Tarifa de la compañía suministradora (S/./kWh). **E**: Eficiencia del motor.

Recuperación de inversión en motores.

La recuperación de inversión está basada en la diferencia de costos en la inversión entre un motor estándar y un motor de alta eficiencia, además de presentar un ahorro anual y para ello nos basaremos en la siguiente formula:

$$A_A = 0.749 \times HP \times R \times TR \times \left[\frac{1}{E_1} - \frac{1}{E_2} \right]$$

Dónde:

A_A : Ahorro anual.

HP : Potencia del motor.

R : Tarifa de la compañía suministradora (S/./kWh).

TR : Tiempo de operación de trabajo al año (hr/año).

E₁ : Eficiencia del motor estándar.

E₂ : Eficiencia del motor de alta eficiencia.

Tenemos también el tiempo de recuperación inicial:

$$TRI = \frac{\text{Dif. de costos}}{AA}$$

Donde:

TRI: Tiempo de recuperación inicial.

2.2.9. Sobredimensionamiento de motor

El sobredimensionamiento se realiza con la finalidad de proteger al motor en los arranques de funcionamiento, donde la demanda de corriente es mucho mayor que la corriente nominal utilizada por el motor en condiciones estables de operación, también para que pueda soportar sobrecargas fortuitas a causa de la naturaleza de los procesos.

Un motor sobredimensionado genera bajos factores de potencia y por consecuencia un alto consumo de potencia reactiva.

Tendremos en cuenta los siguientes parámetros:

INTENSIDAD DE TRABAJO

Una característica del motor de sobredimensionamiento es el bajo consumo de corriente con respecto a la corriente nominal a la que debería trabajar normalmente. Por medio de la siguiente ecuación se puede observar lo que se mencionó anteriormente:

$$I_{trabajo} = \frac{P_{consumida} * 1000}{V_{linea} * PF * \sqrt{3}}$$

ESTIMACION DEL SOBREDIMENSIONAMIENTO

Conociendo los valores nominales de potencia, corriente y eficiencia del motor proporcionado por la placa y comparándola con los valores de trabajo, tendremos una idea del nivel de sobredimensionamiento bajo el que trabajan los motores.

- Cálculo del porcentaje de Carga:

El porcentaje de carga (%L) viene definido por la siguiente ecuación:

$$\%L = \frac{\text{Corriente RMS}}{\text{Corriente de placa}}$$

El valor de corriente RMS es aquella corriente utilizado por el motor.

- Identificación de Sobredimensionamiento:

En base a los valores de los porcentajes de cargas hallados anteriormente se puede determinar si un motor se encuentra sobredimensionado para sus condiciones actuales de trabajo, cuanto es realmente la eficiencia del motor y cuanta se pierde por la utilización del mismo.

Para ello determinaremos las pérdidas de potencia con la siguiente ecuación:

$$Perdidas = Potencia\ de\ placa * 0.7457 * (1 - \eta_{real})$$

La constante 0.7457 es el valor de conversión de unidades de HP a kW, es decir 1Hp es equivalente a 0.7457 kW.

CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1 Tipo y Diseño de la Investigación

El tipo de investigación en estudio de carácter Cuantitativo – Explicativo ya que proporcionaremos detalles donde existe una pequeña cantidad de información. Se tiene la idea general y utilizar la investigación como herramienta para guiarnos al tema que podrían abordarse en el futuro, encontrando el por qué y para qué de un objeto de estudio.

Conforme a ello se llevara a cabo la investigación descriptiva de la distribución de la energía en la instalación eléctrica de la fábrica y se propondrá esta investigación con la finalidad de brindar soluciones y que puedan ser aplicadas para tratar casos que se asemejen a la situación de la empresa y pueda replicarse a nivel departamental como en todo el Perú.

3.2 Población – Muestra de Estudio

La población que será estudiada será la fábrica MOLINERA SUDAMERICA S.A.C. y como muestra se tendrá en cuenta la carga instalada siendo el sistema de iluminación y motores eléctricos que formen parte del proceso de producción de la fábrica.

3.3 Variables

3.3.1 Variable Independiente

Carga Instalada en la fábrica MOLINERA SUDAMERICA S.A.C., siendo separada por sistema de iluminación y carga instalada por los motores eléctricos que conformen parte del proceso de producción en la fábrica.

3.3.2 Variable Dependiente

Auditoria Energética Eléctrica realizada en la fábrica MOLINERA SUDAMERICA S.A.C. para determinar los posibles ahorros energéticos en la fábrica y hacer un uso eficiente de la energía.

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Indicadores	Instrumentos	Escala de medición
Variable Independiente: Consumo de Energía Eléctrica.	La energía eléctrica que se consume en las instalaciones del edificio, se determina en función a la potencia que consume, por el tiempo de funcionamiento de cada equipo. (Tello, 2016)	Medición de la energía eléctrica, teniendo en cuenta la tensión de alimentación, tipo de carga eléctrica, considerando las pérdidas de energía en cada uno de los equipos que se emplean en la fábrica Molinera Sudamérica SAC.	Tensión Eléctrica. Corriente Eléctrica Factor de Potencia. Sobredimensionamiento de motores.	Formato de Recolección de Información. Pinza amperimétrica.	Razón o Proporción
Variable Dependiente: Auditoria Energética	Conjunto de acciones necesarias para realizar un diagnóstico del uso que una empresa le da a la energía en sus diferentes actividades productivas y administrativas.(OCAMPO, 2015)	Inspección, estudio y análisis de los flujos de energía de una instalación eléctrica basándonos en las mediciones de los parámetros eléctricos de la empresa, determinando los consumos, pérdidas de energía y los posibles ahorros energéticos mediante el uso eficiente de energía.	Planos de estructurales. Recolección de datos. Potencia eléctrica Categoría de Iluminación. Factor de Carga. Tiempo	Formato de medición y recolección de parámetros eléctricos.	Razón o Proporción

Tabla 8 Variable Dependiente e Independiente / Fuente: Elaboración Propia

3.4 Materiales, Técnicas de Investigación.

Se hará uso de la observación directa, entrevistas, instrumentos eléctricos de medida y análisis de documentos como recibos de facturación eléctrica de todo un año generado por la empresa suministradora con el fin de determinar el posible ahorro energético luego de aplicar las medidas de mejoras ante el uso eficiente de energía. Estas entrevistas son realizadas al personal administrativo y a los operarios de cada área presente en la fábrica, con la finalidad de tener una recopilación veras.

CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Recolección de Datos de fábrica.

4.1.1 Planos Estructurales

Agregado a los anexos de planos.

4.1.2 Carga Instaladas por Áreas.

A continuación presentamos un cuadro indicando la potencia total instalada por áreas, aquella que conforman el proceso de producción, comedor, recepción, apilados, almacén y el área administrativa de la fábrica Molinera Sudamérica S.A.C. Las horas de operación en la fábrica suelen variar, porque existen días donde suelen trabaras entre 8 a 16 horas incluso hasta 18h en momentos de campaña, además de que existen entre 4 a 5 domingos por mes y son días no laborables y no facturables por la empresa suministradora de energía, por la cual en las tablas posteriores se ha considerado 12 horas de trabajo y 26 días laborales considerando 4 domingos del mes de octubre.

AREAS	POTENCIA kW	ENERGIA (kW-h)/mes	ENERGIA (kW-h/día)
Producción	289.87	91,218.50	3,478.48
Añejado	228.95	71,432.40	2,747.40
Secado por hornos	66.86	20,860.32	802.32
Almacén de pajilla	37.00	11,544.00	296.00
Apilado 2	1.19	247.94	9.54
Administrativo	6.27	10,429.95	50.14
Comedor	0.222	69.26	1.33
Recepción y apilado 1	3.31	5,392.19	207.39
TOTAL	633.67	211,194.57	7,592.60

Tabla 9: Carga Instalada por Áreas / Fuente: Elaboración Propia

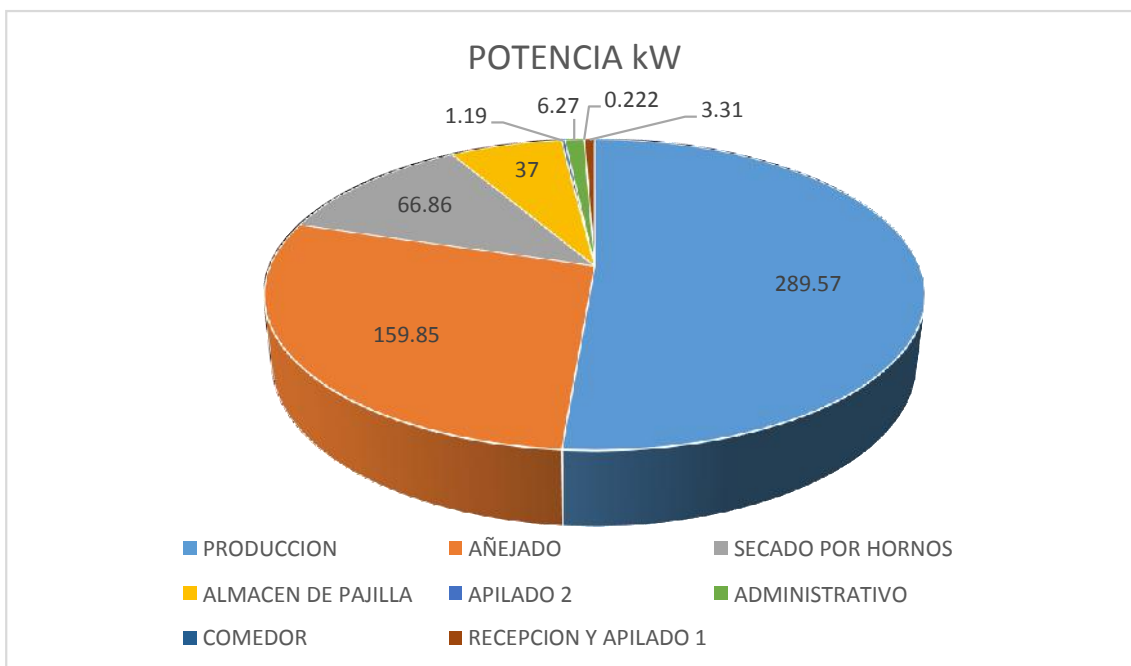


Gráfico 1: Potencia Instalada por Áreas / Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en la gráfica el área de mayor potencia instalada es el área de producción seguida por área de añejado.

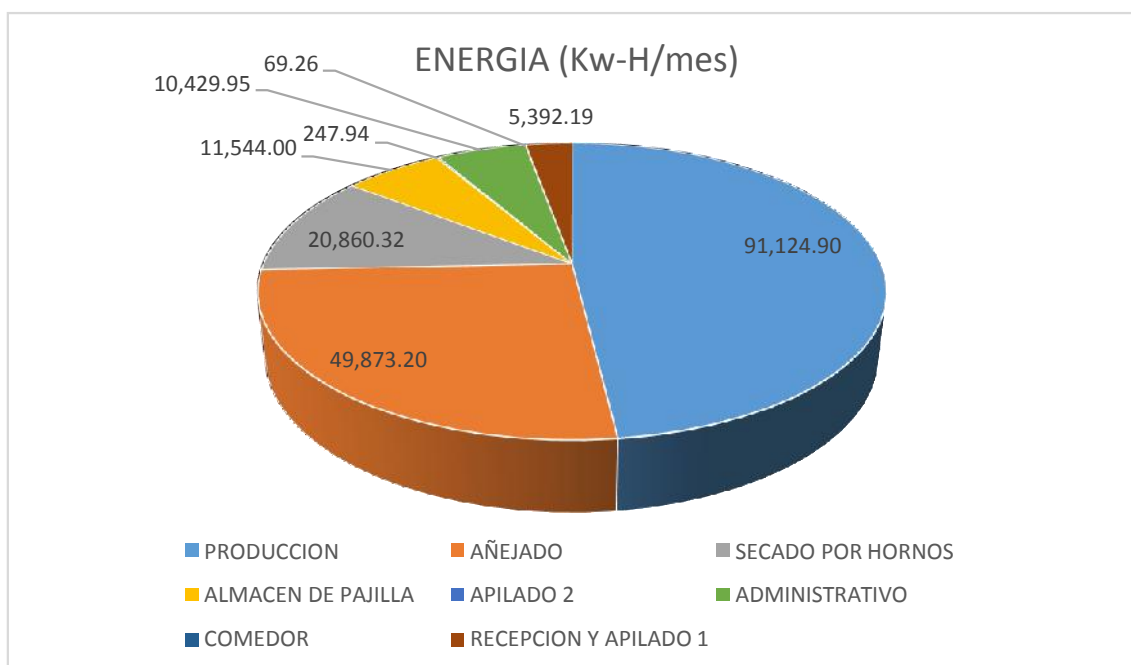


Gráfico 2: Consumo de Energía mensual por Área / Fuente: Elaboración Propia

El periodo de facturación con la excepción de los usuarios temporales del servicio eléctrico, es mensual y no podrá ser inferior a veintiocho (28) días ni exceder los treinta y tres (33) días calendario.

En la fábrica MOLINERA SUDAMERICA S.A.C., las horas de operación suelen variar de acuerdo al mes, normalmente las áreas de producción de arroz suelen trabajar 8 horas pero en campañas donde se requiere una mayor producción, estas horas de trabajo suelen estar comprendidas entre las 12 y 18 horas por día. Además debemos tener en cuenta que en determinadas áreas como el área de secado por hornos y area de añejado, todas las maquinas no suelen trabajar al mismo tiempo y eso depende de la producción que tengan establecidos.

A continuación mostraremos los cuadros de las cargas instaladas por cada área, indicando la cantidad, potencia, potencia total y su consumo energético mensual.

AREA DE PRODUCCIÓN

MOTORES	CANTIDAD	POTENCIA EN kW	ENERGIA (kW-h/día)	ENERGIA TOTAL (kW-h/mes)
ELEVADOR N°01	11	1.10	145.20	41,527.20
ELEVADOR N°02	3	0.75	27.00	2,106.00
SIN FIN DE TOLVA	1	1.10	13.20	342.20
SIN FIN DE CIRCUITO N°01	1	1.10	13.20	343.20
SIN FIN DE CIRCUITO N°02	1	1.10	13.20	343.20
SIN FIN DE CIRCUITO N°03	1	1.10	13.20	343.20
SIN FIN DE MESA SELECTORA	1	0.75	9.00	234.00
VENTILADOR MESA PRE LIMPIA	1	5.50	66.00	1,716.00
MESA PALOTE	1	1.10	13.20	343.20
MOTOR DE DESCASCARADORA N°01	1	9.32	111.84	2,907.84
MOTOR DE DESCASCARADORA N°02	1	9.32	111.84	2,907.84
MOTOR DE DESCASCARADORA N°03	1	9.32	111.84	2,907.84
MOTOR DE CIRCUITO N°01	1	3.70	44.40	1,154.40
MOTOR DE CIRCUITO N°02	1	3.70	44.40	1,154.40
MOTOR DE CIRCUITO N°03	1	3.70	44.40	1,154.40
MESA PADDY	1	2.20	26.40	686.40
MESA VIBRADORA CLASIFICADORA	1	3.70	44.40	1,154.40
PULIDORA MOTOR N°01	1	45.00	540.00	14,040.00
PULIDORA MOTOR N°02	1	45.00	540.00	14,040.00
TORNILLO DE ALIMENTACION DE PULIDORA N°01	1	0.75	9.00	234.00
TORNILLO DE ALIMENTACION DE PULIDORA N°02	1	0.75	9.00	234.00
PULIDORA DE AGUA	1	55.00	660.00	17,160.00
MOTOR DE LA BOMBA DE AGUA	1	0.60	7.20	187.20
MOTOR DE RODILLOS N°01	1	1.50	18.00	468.00
MOTOR DE RODILLOS N°02	1	1.50	18.00	468.00
MESA VIBRADORA DE RODILLOS	1	1.50	18.00	468.00
MESA SELECTORA N° 01	1	3.70	44.40	1,154.40
MESA SELECTORA N° 02	1	3.70	44.40	1,154.40
MESA SELECTORA N° 03	1	3.70	44.40	1,154.40
SIN FIN DE POLVILLO N°01	1	1.50	18.00	468.00
VENTILADOR DE POLVILLO N°01	1	9.32	111.84	2,907.84
VENTILADOR DE POLVILLO N°02	1	3.70	44.40	1,154.40
CADENA DE POLVILLO N°03	1	1.50	18.00	468.00
SIN FIN DE POLVILLO N°03	1	0.55	6.60	171.60
VENTILADOR DE POLVILLO N°03	1	15.00	180.00	4,680.00
VENTILADOR A QUEMADOR DE PAJILLA	1	5.50	66.00	1,716.60
VENTILADOR DE PAJILLA	1	18.50	222.00	5,772.00
FLUORESCENTE TLRS 40W/54-765	5	0.20	2.40	1,560.00
FLUORESCENTE TLD 36W/54-765	7	0.25	3.02	3,852.59
BALANZAS	3	0.00	0.04	8.43
MAQUINA DE COSER SACO	3	0.09	3.24	758.16
TOTAL		290.06	3,480.66	91,388.46

Tabla 10: Equipos instalados en el área de Producción / Fuente: Elaboración Propia

AREA DE AÑEJADO					
MOTORES	CANTIDAD	POTENCIA EN kW	POTENCIA TOTAL EN kW	ENERGIA (kW-h/día)	ENERGIA TOTAL (kW-h/mes)
ELEVADOR N°01	5	0.75	3.75	45.00	1,170.00
ELEVADOR N°02	5	1.10	5.50	66.60	1,716.00
ENVEJECEDORA DE ARROZ PEQUEÑA N°01	4	7.50	30.00	360.00	9,360.00
PROCESADORA DE ARROZ N°01	2	7.50	15.00	180.00	4,680.00
ENVEJECEDORA DE ARROZ GRANDE N°01	3	54.00	162.00	1,944.00	50,544.00
TRANS. VIBRATORIO DE TOLVA N°01	3	0.75	2.25	27.00	702.00
FAJA TRANSPORTADORA N°01	2	1.50	3.00	36.00	936.00
MESA SELECTORA	1	3.70	3.70	44.40	1,154.40
SIN FIN	1	0.75	0.75	9.00	234.00
MESA VIBRADORA DE RODILLOS	1	1.50	1.50	18.00	468.00
MOTOR DE RODILLOS	1	1.50	1.50	18.00	468.00
TOTAL			228.95	2,748.00	71,432.40

Tabla 11: Equipos instalados en el área de Añejado / Fuente: Elaboración Propia

AREA DE SECADO POR HORNO					
MOTORES	CANTIDAD	POTENCIA EN kW	POTENCIA TOTAL EN kW	ENERGIA (kW-h)/día	ENERGIA (kW-h)/mes
SIN FIN DE TOLVA	2	1.50	3.00	36.00	936.00
ELEVADOR	5	2.20	11.00	132.00	3,432.00
PRELIMPIADOR DE GRANO N°1	1	1.10	1.10	13.20	343.20
PRELIMPIADOR DE GRANO N°2	2	0.75	1.50	18.00	468.00
PRELIMPIADOR DE GRANO N°3	1	3.70	3.70	44.40	1,154.40
ZARANDA PRELIMPIADORA	2	2.20	4.40	52.80	1,372.80
SIN FIN DE ZARANDA PRELIMPIADORA	1	1.50	1.50	18.00	468.00
FAJA TRANSPORTADORA	6	2.20	13.20	158.40	4,118.40
VENTILADOR DE SILO GRUPO H	6	0.75	4.50	54.00	1,404.00
SIN FIN DE SILO GRUPO H	2	2.20	4.40	52.80	1,372.80
SIN FIN DE SILO GRUPO A	1	3.00	3.00	36.00	936.00
SIN FIN DE SECADOR	1	1.50	1.50	18.00	468.00
VENTILADOR DE TOLVA DE PAJILLA	1	3.70	3.70	44.40	1,154.40
SIN FIN DE TOLVA DE PAJILLA	1	0.37	0.37	4.44	115.44
VENTILADOR DE INYECCION DE AIRE CAMARA DE CENIZA	1	3.70	3.70	44.40	1,154.40
SIN FIN CAMARA DE CENIZA	1	0.37	0.37	4.44	115.44
CADENA DE CAMARA DE CENIZA	1	0.37	0.37	4.44	115.44
ELEVADOR DE CENIZA	1	0.75	0.75	9.00	234.00
RODAMIENTOS POR CADENA DE SECADOR	1	1.10	1.10	13.20	343.20
VENTILADOR PARA CAMARA DE CENIZA	1	3.70	3.70	44.40	1,154.40
TOTAL			66.86	802.32	20,860.32

Tabla 12: Equipos instalados en el área de Secado por Horno / Fuente: Elaboración

AREA DE ALMACEN DE PAJILLA				
MOTORES	CANTIDAD	POTENCIA EN kW	ENERGIA (kW-h)/mes	ENERGIA (kW-h)/día
COMPRESORA DE PAJILLA MOTOR N°01	1	18.5	5,772.00	148.00
COMPRESORA DE PAJILLA MOTOR N°02	1	18.5	5,772.00	148.00
TOTAL		37.0	11,544.00	296.00

Tabla 13: Equipos instalados en el área de Almacén de Pajilla / Fuente: Elaboración Propia

AREA DE APILADO 2 Y ALMACEN PRINCIPAL					
CARGAS ELECTRICAS	CANTIDAD	VOLTAJE	POTENCIA EN KW	ENERGIA (kW-h)/mes	ENERGIA (kW-h)/día
AREA DE APILADO 2					
FLUORESCENTE LINEAL TLRS 40W	3	220	0.12	24.96	0.96
RELFECTOR 400W	1	220	0.40	83.20	3.20
ALMACEN PRINCIPAL					
FLUORESCENTE LINEAL TLRS 40W	6	220	0.24	49.92	1.92
FLUORESCENTE LINEAL TLD 36W	12	220	0.43	89.86	3.46
TOTAL			1.19	247.94	9.54

Tabla 14: Equipos instalados en el área de Apilados y Almacén Principal / Fuente: Elaboración Propia

AREA ADMINISTRATIVA			
AREA ADMINISTRATIVA	CARGA kW	ENERGIA (kW-h)/mes	ENERGIA (kW-h)/día
LOGISTICA	0.78	1,301.25	6.26
SALA DE ESPERA	0.15	249.60	1.20
GERENCIA	0.38	635.65	3.06
CONTROL ADMINISTRATIVO	1.66	2,768.90	13.31
CAJA Y LIQUIDACION	0.96	1,604.10	7.71
CONTROL Y CALIDAD	0.11	189.70	0.91
CONTABILIDAD	0.48	802.05	3.86
GERENCIA 2	0.53	881.92	4.24
ASISTENTE ADMINISTRATIVO	0.38	635.65	3.06
GERENCIA DE OPERACIONES	0.78	1,301.25	6.26
SALA DE ESPERA 2	0.04	59.90	0.29
TOTAL	6.27	10,429.95	50.14

Tabla 15: Carga instalada en el área Administrativa / Fuente: Elaboración Propia

AREA DE COMEDOR				
CARGAS ELECTRICAS	CANTIDAD	POTENCIA EN kW	ENERGIA (kW-h)/mes	ENERGIA (kW-h)/día
FLUORESCENTE CIRCULAR TLD-36W	2	0.072	22.46	0.86
TELEVISOR	1	0.150	46.80	1.80
TOTAL		0.222	69.26	2.66

Tabla 16: Equipos instalado en el área del Comedor / Fuente: Elaboración Propia

AREA DE RECEPCION Y APILADO 1				
CARGAS ELECTRICAS	CANTIDAD	POTENCIA EN kW	ENERGIA (kW-h)/mes	ENERGIA (kW-h)/día
FLUORESCENTE CIRCULAR TLD 36	3	0.11	101.09	3.89
REFLECTORES	8	3.20	7,987.20	307.20
TOTAL		3.31	8,088.29	311.09

Tabla 17: Equipos instalados en el área de Recepción y Apilado 1 / Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en las tablas anteriores, descubrimos los motores y cargas presentes en cada área de la fábrica, con esta información podemos reafirmar que el área de mayor potencia instalada y consumo energético es el área de producción.

4.1.3 Registro de Consumos Energéticos.

HISTORIAL DE CONSUMOS Y LECTURAS.						
	Energía Activa Total (kW.h)	Energía Activa Hora Punta (kWh)	Energía Activa Fuera Punta (kWh)	Energía Reactiva (kVarh)	Potencia Hora Punta (kW)	Potencia Fuera Punta (kW)
2017-10	100,998.7626	12,508.1239	88,490.6842	18,885.4811	294.5906	455.4543
2017-11	126,244.0556	15,402.0755	110,841.9346	27,974.9266	291.3633	510.6813
2017-12	143,302.6749	17,858.4821	125,444.1927	39,194.7335	336.9542	464.9086
2018-01	197,778.3022	27,059.7911	170,718.5111	59,828.6220	370.4996	490.8631
2018-02	135,503.7281	15,904.2568	119,599.4713	38,174.7800	275.1815	483.7722
2018-03	131,592.9139	14,840.9520	116,751.9287	31,894.6045	283.2724	453.5905
2018-04	83,045.0079	13,357.1230	69,687.8849	22,946.5225	391.7723	404.1360
2018-05	165,442.7436	27,864.7449	137,577.9988	33,618.1482	438.8632	484.4541
2018-06	216,674.7833	39,742.2784	176,932.5049	55,884.2169	559.8176	573.8176
2018-07	205,213.2039	33,753.4208	171,459.7831	52,932.2653	548.7267	565.6813
2018-08	147,560.6706	13,955.0315	133,605.6391	38,737.7794	285.6361	479.4541
2018-09	128,150.8264	13,210.8959	114,939.9305	25,026.0204	257.0452	437.4996
2018-10	59,177.6226	7,943.2193	51,234.4033	9,595.7177	241.0907	368.7724

Tabla 18: Historial de Consumo Energético 2017 - 2018 / Fuente: Electronorte S.A.

Presentamos los consumos mensuales de cada tipo de energía incluyendo su máxima demanda. Los datos considerados son del mes de Octubre del 2017 a Octubre del 2018. La energía activa Hora Punta son considerados entre las 18:00 horas hasta las 23:00 horas y las horas fuera de punta son las horas restante del día.

4.1.4 Registro de Consumo mensual de Energía Reactiva.

CONSUMO MENSUAL DE ENERGIA REACTIVA						
Mes	Dias	E _{activa} (kWh)	E _{reactiva} (KVARh)	Tag ϕ	ϕ	Cos ϕ
2017-10	31	100,998.7626	18,885.48	0.1870	10.5913	0.98
2017-11	30	126,244.0556	27,974.9266	0.2216	12.4945	0.98
2017-12	31	143,302.6749	39,194.7335	0.2735	15.2969	0.96
2018-01	31	197,778.3022	59,828.6220	0.3025	16.8307	0.96
2018-02	30	135,503.7281	38,174.7800	0.2817	15.7339	0.96
2018-03	31	131,592.9139	31,894.6045	0.2424	13.6242	0.97
2018-04	30	83,045.0079	22,946.5225	0.2763	15.4462	0.96
2018-05	31	165,442.7436	33,618.1482	0.2032	11.4862	0.98
2018-06	30	216,674.7833	55,864.2169	0.2578	14.4574	0.97
2018-07	31	205,213.2039	52,932.2653	0.2579	14.4635	0.97
2018-08	31	147,560.6706	38,737.7794	0.2625	14.7094	0.97
2018-09	30	128,150.8264	25,026.0204	0.1953	11.0500	0.98
2018-10	31	59,177.6226	9,595.7177	0.1622	9.2104	0.99

Tabla 19: Registro de Energía Reactiva / Fuente: Electronorte S.A.

Este registro es obtenido por medio de la facturación mensual de la empresa suministradora Electronorte S.A.

4.1.5 Recolección de datos del pliego Tarifario.

Para poder realizar un análisis de su pliego tarifario hemos considerado tener en cuenta el historial de consumo de energía y demanda de todo un año desde el mes de OCTUBRE DEL 2017 hasta OCTUBRE DEL 2018.

En las siguientes tablas indicaremos los datos necesarios e importantes para su respectivo análisis.

Procederemos a mencionar los puntos importantes a considerar de acuerdo a cada pliego tarifario MT2, MT3 y MT4.

MT2
Facturación de Energía Activa
Facturación del cargo por Potencia Activa de Generación en Horas Punta.
Facturación del cargo por Potencia por uso de las Redes de Distribución en Horas Punta.
Facturación por exceso de Potencia Activa por uso de las Redes de Distribución en Horas Fuera de Punta.
Facturación por Energía Reactiva.

Tabla 20: Cargos a Facturar en MT2 / Fuente: MINEM

MT3
Facturación de Energía Activa
Calificación Tarifaria
Facturación del cargo por Potencia Activa de Generación.
Facturación del cargo por Potencia por uso de las Redes de Distribución.
Facturación de Energía Reactiva.

Tabla 21: Cargos a Facturar en MT3 / Fuente: MINEM

MT4
Facturación de Energía Activa
Calificación Tarifaria
Facturación del cargo por Potencia Activa de Generación.
Facturación del cargo por Potencia por uso de las Redes de Distribución.
Facturación de Energía Reactiva.

Tabla 22 Cargos a Facturar en MT4 / Fuente: MINEM

A continuación para el análisis de pliego tarifario también debemos tener en cuenta los costos unitarios de cada tipo de energía, esta varia todos los meses, estos costos lo obtendremos de la base de datos de la página oficial de OSINERGMIN.

MT2	2017				2018									
	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct
Cargo Fijo (S/./mes)	6.52	6.52	6.52	6.52	6.52	6.56	6.59	6.59	6.64	6.64	6.71	6.71	6.71	6.73
Cargo por Energía Activa (ctm.S/./kW.h)	21.1	21.1	21.53	21.53	21.53	22.83	22.86	22.86	22.84	22.84	22.84	22.9	22.9	23.09
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta (ctm.S/./kW.h)	16.79	16.79	17.2	17.2	17.2	18.45	18.48	18.48	18.58	18.58	18.58	18.61	18.61	18.78
Cargo por Potencia Activa de Generación en HP (S./kW-mes)	52.94	52.97	56.97	59.46	59.46	60.83	60.89	60.92	54.16	54.16	54.41	54.16	54.16	56.01
Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP (S./kW-mes)	11.43	11.43	11.51	11.51	11.51	11.59	11.71	11.71	11.73	11.73	11.87	11.87	11.87	11.97
Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP (S./kW-mes)	11.66	11.66	11.73	11.73	11.73	11.81	11.94	11.94	11.97	11.97	12.1	12.1	12.1	12.21
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del Total de la Energía Activa. (ctm.S/./kW.h)	4.22	4.22	4.18	4.18	4.18	4.21	4.22	4.22	4.25	4.25	4.28	4.28	4.28	4.36

Tabla 23 Costos Unitarios por cada Cargo a facturar en MT2 / Fuente: OSINERGMIN - LAMBAYEQUE

MT3	2017				2018									
	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct
Cargo Fijo (S/./mes)	6.52	6.52	6.52	6.52	6.52	6.56	6.59	6.59	6.64	6.64	6.71	6.71	6.71	6.73
Cargo por Energía Activa en Punta (ctm.S/./kW.h)	21.1	21.1	21.53	21.53	21.53	22.83	22.86	22.86	22.84	22.84	22.84	22.9	22.9	23.09
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta (ctm.S/./kW.h)	16.79	16.79	17.2	17.2	17.2	18.45	18.48	18.48	18.58	18.58	18.58	18.61	18.61	18.78
Cargo por Potencia Activa de Generación para Usuarios:														
Presentes en Punta (S/./kW-mes)	49.31		53.07	55.38	55.38	56.66	56.71	56.74	50.45	50.45	50.68	50.44	50.44	52.17
Presentes Fuera de Punta (S/./kW-mes)	24.35	24.36	26.2	27.34	27.34	27.97	28	28.02	24.9	24.9	25.02	24.9	24.9	25.75
Cargo por Potencia Activa de Redes de Distribución para Usuario:														
Presentes en Punta (S/./kW-mes)	12.1	12.1	12.19	12.19	12.19	12.27	12.4	12.4	12.42	12.42	12.58	12.58	12.58	12.67
Presentes Fuera de Punta (S/./kW-mes)	11.86	11.86	11.95	11.95	11.95	12.03	12.16	12.16	12.19	12.19	12.33	12.33	12.33	12.44
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del Total de la Energía Activa. (ctm.S/./kW.h)	4.22	4.22	4.18	4.18	4.18	4.21	4.22	4.22	4.25	4.25	4.28	4.28	4.28	4.36

Tabla 24 Costos Unitarios por cada Cargo a facturar en MT3 / Fuente: OSINERGMIN - LAMBAYEQUE

MT4	2017				2018									
	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct
Cargo Fijo (S./mes)	6.52	6.52	6.52	6.52	6.52	6.56	6.59	6.59	6.64	6.64	6.71	6.71	6.71	6.73
Cargo por Energía Activa (ctm.S./kW.h)	17.88	17.88	18.29	18.29	18.29	19.56	19.58	19.58	19.65	19.65	19.65	19.68	19.68	19.86
Cargo por Potencia Activa de Generación para Usuarios:														
Presentes en Punta (S./kW-mes)	49.31	49.34	53.07	55.38	55.38	56.66	56.71	56.74	50.45	50.45	50.68	50.44	50.44	52.17
Presentes Fuera de Punta (S./kW-mes)	24.35	24.36	26.2	27.34	27.34	27.97	28	28.02	24.9	24.9	25.02	24.9	24.9	25.75
Cargo por Potencia Activa de redes de Distribución para Usuarios														
Presentes en Punta (S./kW-mes)	12.1	12.1	12.19	12.19	12.19	12.27	12.4	12.4	12.42	12.42	12.58	12.58	12.58	12.67
Presentes Fuera de Punta (S./kW-mes)	11.86	11.86	11.95	11.95	11.95	12.03	12.16	12.16	12.19	12.19	12.33	12.33	12.33	12.44
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del Total de la Energía Activa. (ctm.S./kW.h)	4.22	4.22	4.18	4.18	4.18	4.21	4.22	4.22	4.25	4.25	4.28	4.28	4.28	4.36

Tabla 25 Costos Unitarios por cada Cargo a facturar en MT4 / Fuente: OSINERGMIN - LAMBAYEQUE

Al momento de obtener su consumo energético mensual y multiplicar cada consumo de acuerdo al pliego tarifario con su respectivo precio unitario, se considera los costos unitarios de energía del mes anterior, es decir si el mes a facturar es el mes de OCTUBRE entonces se considera utilizar la data del mes de SEPTIEMBRE para los costos unitarios de energía.

4.2 Cálculos y Análisis.

4.2.1 Análisis de pliego tarifario

Teniendo en cuenta la tabla de los consumos energéticos de todo un año analizaremos los costos de consumo de energía por cada pliego tarifario MT2, MT3 y MT4.

Para obtener el promedio de las máximas demandas debemos calcular el promedio de las dos máximas demandas de los últimos 6 meses incluyendo el último mes a facturar. En los pliego tarifario como por ejemplo MT3 y MT4 hay que determinar si son clientes dentro de las horas punta o clientes fuera de horas punta y para ellos tendremos que determinar los días de facturación, domingos y feriados.

PROMEDIO MAXIMA DEMANDA													
	Oct-17	Nov-17	Dic-17	Ene-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Ago-18	Set-18	Oct-18
PFP	515.931	515.931	515.181	515.181	500.772	500.772	500.772	487.6585	532.34	569.749	569.749	569.749	569.7495
PHP	440.545	408.295	420.022	420.022	353.727	353.727	381.136	415.318	475.795	554.272	554.272	554.272	554.272

Tabla 26 Promedio Máxima Demanda / Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla mostraremos un resumen de los días feriados y no facturable de cada mes, estos datos de acuerdo a lo establecido por la entidad encargada OSINERGMIN permitirá tener la facturación mensual aproximada de todo el año mencionado anteriormente.

MES	Fecha de Lectura actual	Fecha de Lectura anterior	Días de Facturación	Domingos y Feriados del Periodo de Facturación	Número de horas punta por día.	Número de horas punta del mes.	Energía horas punta consumida mes (EA HPmes) kWh	Máxima Demanda del mes (kW)	Calificación Tarifaria
Oct-17	31/10/2017	30/09/2017	31	5	5	130	12,508.1239	455.4543	0.2113
Nov-17	30/11/2017	31/10/2017	30	5	5	125	15,402.0755	510.6813	0.2413
Dic-17	31/12/2017	30/11/2017	31	4	5	135	17,858.4821	464.9086	0.2845
Ene-18	31/01/2018	31/12/2017	31	5	5	130	27,059.7911	490.8631	0.4241
Feb-18	28/02/2018	31/01/2018	28	6	5	110	15,904.2568	483.7722	0.2989
Mar-18	31/03/2018	28/02/2018	31	4	5	135	14,840.9520	453.5905	0.2424
Abr-18	30/04/2018	31/03/2018	30	6	5	120	13,357.1230	404.1360	0.2754
May-18	31/05/2018	30/04/2018	31	5	5	130	27,864.7449	484.4541	0.4424
Jun-18	30/06/2018	31/05/2018	30	4	5	130	39,742.2784	573.8176	0.5328
Jul-18	31/07/2018	30/06/2018	31	7	5	120	33,753.4208	565.6813	0.4972
Ago-18	31/08/2018	31/07/2018	31	5	5	130	13,955.0315	479.4541	0.2239
Set-18	30/09/2018	31/08/2018	30	5	5	125	13,210.8959	437.4996	0.2416
Oct-18	31/10/2018	30/09/2018	31	5	5	130	7,943.2193	368.7724	0.1657

Tabla 27 Días feriados y no facturables de cada mes durante un año / Fuente: Elaboración Propia

Para determinar la calificación tarifaria utilizaremos la siguiente formula:

$$Calificacion\ Tarifaria = \frac{EA\ HPmes}{M.D. Leída\ mes \times \#HP\ mes}$$

Si el resultado es ≥ 0.5 , el usuario es considerado como cliente presente en punta.

Si el resultado es < 0.5 , el usuario es considerado como cliente fuera de punta.

En las tres tablas siguientes mostraremos los valores obtenidos aplicando las formulas establecidas anteriormente con la finalidad de obtener la facturación por cada cargo establecido por pliego tarifario y por ultimo reuniremos los valores totales por cada pliego y comparar las facturaciones de manera individual.

	Oct-17	Nov-17	Dic-17	Ene-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Ago-18	Set-18	Oct-18
Cargo Fijo (\$/mes)	6.52	6.52	6.52	6.52	6.56	6.59	6.59	6.64	6.64	6.71	6.71	6.71	6.73
Cargo por Energía Activa (ctm.S./kW.h)	2639.214143	3249.837931	3844.931196	5825.973024	3424.186489	3388.189342	3053.438318	6369.88068	9077.13639	7709.281	3187.32919	3025.295161	1818.99722
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta (ctm.S./kW.h)	14857.58588	18610.36082	21576.40114	29363.58391	20571.10906	21540.73085	12878.32113	25424.4142	32874.0594	31857.23	24823.9277	21390.32107	9534.72245
Cargo por Potencia Activa de Generación en HP (\$/kW-mes)	15595.62636	15433.514	19196.28077	22029.90622	16362.29199	17231.46009	23855.01535	26735.5461	30319.7212	29719.04	15541.4602	13921.56803	13057.4723
Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP (\$/kW-mes)	5035.42935	4666.812422	4834.456673	4834.456673	4071.396619	4099.694771	4463.101975	4863.37085	5581.07476	6501.612	6579.21042	6579.210421	6579.20864
Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP (\$/kW-mes)	879.00076	1255.035177	1116.211551	1116.211551	1724.839023	1736.602631	1428.454437	863.748555	676.844249	185.2579	187.269885	187.269885	187.27775
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del Total de la Energía Activa. (ctm.S./kW.h)	0	0	0	20.69649001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	39,013.38	43,222.08	50,574.80	63,197.35	46,160.38	48,003.27	45,684.92	64,263.60	78,535.48	75,979.13	50,325.91	45,110.37	31,184.41

Tabla 28 Cálculos por cada cargo a facturar en MT2 / Fuente: Elaboración Propia

	Oct-17	Nov-17	Dic-17	Ene-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Ago-18	Set-18	Oct-18
Cargo Fijo (\$/mes)	6.52	6.52	6.52	6.52	6.56	6.59	6.59	6.64	6.64	6.71	6.71	6.71	6.73
Cargo por Energía Activa en Punta (ctm.S./kW.h)	2639.214143	3249.837931	3844.931196	5825.973024	3424.186489	3388.189342	3053.438318	6369.88068	9077.13639	7709.281	3187.32919	3025.295161	1818.99722
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta (ctm.S./kW.h)	14857.58588	18610.36082	21576.40114	29363.58391	20571.10906	21540.73085	12878.32113	25424.4142	32874.0594	31857.23	24823.9277	21390.32107	9534.72245
Cargo por Potencia Activa de Generación para Usuarios:													
Presentes en Punta (\$/kW-mes)													
Presentes Fuera de Punta (\$/kW-mes)	11090.31221	12440.19647	12180.60532	13420.19715	13226.33195	12686.92629	11315.808	13574.4039	14288.0582	14085.46	11995.9416	10893.74004	9182.43276
Cargo por Potencia Activa de Redes de Distribución para Usuario:													
Presentes en Punta (\$/kW-mes)													
Presentes Fuera de Punta (\$/kW-mes)	6118.94166	6118.94166	6156.41295	6156.41295	5984.2254	6024.28716	6089.38752	5929.92736	6489.2246	6945.24	7025.00517	7025.00517	7025.01134
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del Total de la Energía Activa. (ctm.S./kW.h)	0	0	0	20.69649001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	34,706.05	40,419.34	43,758.35	54,786.86	43,205.85	43,640.13	33,336.95	51,298.63	62,728.48	60,597.21	47,032.20	42,334.36	27,561.16

Tabla 29 Cálculos por cada cargo a facturar en MT2 / Fuente: Elaboración Propia

	Oct-17	Nov-17	Dic-17	Ene-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Ago-18	Set-18	Oct-18
Cargo Fijo (S./mes)	6.52	6.52	6.52	6.52	6.56	6.59	6.59	6.64	6.64	6.71	6.71	6.71	6.73
Cargo por Energía Activa (ctm.S./kW.h)	18058.57875	22572.43714	26210.05924	36173.65147	24783.63187	25739.57396	16260.21255	32393.6892	42576.5949	40324.39	28995.6718	25220.08264	11646.1561
Cargo por Potencia Activa de Generación para Usuarios:													
Presentes en Punta (S./kW-mes)													
Presentes Fuera de Punta (S./kW-mes)	11090.31221	12440.19647	12180.60532	13420.19715	13226.33195	12686.92629	11315.808	13574.4039	14288.0582	14085.46	11995.9416	10893.74004	9182.43276
Cargo por Potencia Activa de redes de Distribución para Usuarios													
Presentes en Punta (S./kW-mes)													
Presentes Fuera de Punta (S./kW-mes)	6118.94166	6118.94166	6156.41295	6156.41295	5984.2254	6024.28716	6089.38752	5929.92736	6489.2246	6945.24	7025.00517	7025.00517	7025.01134
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del Total de la Energía Activa. (ctm.S./kW.h)	0	0	0	20.69649001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	35,274.35	41,138.10	44,553.60	55,777.48	44,000.75	44,457.38	33,672.00	51,904.66	63,360.52	61,361.81	48,023.33	43,145.54	27,860.33

Tabla 30 Cálculos por cada cargo a facturar en MT4 / Fuente: Elaboración Propia.

COSTOS MENSUALES													
	Oct-17	Nov-17	Dic-17	Ene-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Ago-18	Set-18	Oct-18
MT2	39,013.38	43,222.08	50,574.80	63,197.35	46,160.38	48,003.27	45,684.92	64,263.60	78,535.48	75,979.13	50,325.91	45,110.37	31,184.41
MT3	34,706.05	40,419.34	43,758.35	54,786.86	43,205.85	43,640.13	33,336.95	51,298.63	62,728.48	60,597.21	47,032.20	42,334.36	27,561.16
MT4	35,274.35	41,138.10	44,553.60	55,777.48	44,000.75	44,457.38	33,672.00	51,904.66	63,360.52	61,361.81	48,023.33	43,145.54	27,860.33

Tabla 31 Facturación por cada opción tarifaria en M.T. / Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en la tabla n°30, el pliego tarifario que menor costo genera en las facturación es el pliego tarifario MT3, este pliego tarifario está dirigido para aquellos usuarios cuyos consumos de potencia se da durante las 24 horas al día o aquellos usuarios cuyo turno de trabajo empieza en horas de la mañana y acaban pasada las 18:00h; en cambio el pliego tarifario MT2 está dirigido para aquellos usuarios con consumos mínimos de demanda en periodo de horas punta y el pliego tarifario MT4 está dirigida para aquellos usuarios cuyos consumo de energía es intensivo en el periodo de horas punta.

La fábrica MOLINERA SUDAMERICA S.A.C. desde el mes de noviembre del 2018 hasta la actualidad cambio su condición de USUARIO REGULADO a USUARIO LIBRE, de acuerdo al DECRETO SUPREMO N° 022-2009-EM en concordancia con el Decreto Ley N° 25844, Decreto Supremo N°009-1993-EM y Ley N°28832, otorga a los Usuarios la facultad de poder cambiar su condición de Usuario Libre o de Usuario Regulado, siempre que su demanda máxima anual se encuentre dentro de un determinado rango establecido en el reglamento.

El rango dentro del cual los Usuarios pueden optar entre la condición de Usuario Regulado o la condición de Usuario Libre, debe tener como límite inferior una potencia de 200 kW y como límite superior una potencia de 2 500 kW, aquellos comprendidos dentro del indicado rango constituyen un número suficientemente representativo de las actividades económicas y productivas del país, cuya migración de una condición a otra ya sea en forma individual o asociativa, contribuirá a crear mejores condiciones de competencia en el mercado eléctrico beneficiando así al sistema en su conjunto, por lo cual resulta necesario modificar el artículo 2 del Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas para adecuarlo a la Ley N° 28832.

Presenta las siguientes condiciones de Usuario:

Artículo 3.- Rango de Máxima Demanda.

3.1 En concordancia con el artículo 2 del RLCE, los usuarios cuya máxima demanda anual sea igual o menor a 200 kW, tienen la condición de Usuario Regulado.

3.2 Los Usuarios cuya máxima demanda anual sea mayor de 200 kW, hasta 2500 kW, tienen derecho a elegir entre la condición de Usuario Regulado o de Usuario Libre, cumpliendo los requisitos y condiciones establecidos en el Reglamento.

3.3 Los Usuarios cuya máxima demanda anual sea mayor a 2500 kW, tienen la misma condición de Usuarios Libres.

En la siguiente tabla presentamos un cuadro con los consumos mensuales para luego obtener su consumo anual y determinar si cumple con las condiciones para ser considerado Usuario Libre:

HISTORIAL DE CONSUMO MENSUAL	
2017-10	100,998.7626
2017-11	126,244.0556
2017-12	143,302.6749
2018-01	197,778.3022
2018-02	135,503.7281
2018-03	131,592.9139
2018-04	83,045.0079
2018-05	165,442.7436
2018-06	216,674.7833
2018-07	205,213.2039
2018-08	147,560.6706
2018-09	128,150.8264
2018-10	59,177.6226
TOTAL	1,840,685.2956

Tabla 32 Historial de Consumo Anual 2017-2018

Su consumo anual es de 1,840,685.2956 kW \approx 1,840.685 MW al año y de acuerdo al RLCE, los usuarios cuya máxima demanda anual sea mayor a 2500 kW \approx 2.5 MW, tienen la misma condición de usuarios Libres.

En base a los datos resumidos en la tabla n°31 obtenidos de las tablas de cada pliego tarifario podemos determinar que la opción tarifaria asignado a la empresa MOLINERA SUDAMERICA S.A.C. es correcta.

4.2.2 Ahorro energético en sistemas de iluminación y amortización

El sistema de iluminación en la fábrica MOLINERA SUDAMERICA S.A.C. consta de 11 lámparas fluorescentes circular de 32W, 25 lámparas fluorescentes lineales de 36W y 16 lámparas fluorescentes lineales de 40W, de acuerdo al cuadro de cargas(ver las tablas 9, 13, 14 y 15) y tienen una potencia instalada total de 1.8 kW. Estos fluorescentes están ubicados en el almacén principal, area de producción, area administrativa, recepción y comedor.

Aquí mostraremos las características de cada lámpara para determinar así una lámpara equivalente de un menor consumo siendo igual de eficiente, a continuación mostraremos las características de las lámparas:



Ilustración 23: Lámpara Fluorescente Circular 32W/ 54-765 / Fuente: PHILIPS



Ilustración 24: Lámpara Fluorescente lineal TLD 36W/840 / Fuente: PHILIPS



Ilustración 25: Fluorescente lineal TLRS40W / Fuente: PHILIPS

Para determinar la tecnología LED o lámpara LED que va a sustituir a las lámparas de descarga anterior entonces nos basaremos en el flujo lumínico de las lámparas para no alterar la comodidad de los ocupantes, el flujo luminoso es la magnitud que mide la potencia emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible, se mide en Lumen (lm).

Cálculo de ahorro energético mediante uso de tecnología led.

a) Calcular el consumo actual mensual con lámpara convencional:

$$\text{Consumo Mensual} = \frac{N^{\circ}\text{Lámparas} \times N^{\circ}\text{horas diarias} \times N^{\circ}\text{días al mes} \times \text{Potencia}}{1000}$$

- Lámpara Circular LTD 32W

$$\text{Consumo Mensual} = \frac{11 \times 8 \times 26 \times 32}{1000} \text{ (kW.h)}$$

$$\text{Consumo Mensual} = 73.216 \text{ (kW.h)}$$

- Lámpara Fluorescente LTD 36W

$$\text{Consumo Mensual} = \frac{25 \times 12 \times 26 \times 36}{1000} \text{ (kW.h)}$$

$$\text{Consumo Mensual} = 280.8 \text{ (kW.h)}$$

- Lámpara Fluorescente TLRS 40W

$$\text{Consumo Mensual} = \frac{16 \times 12 \times 26 \times 40}{1000} \text{ (kW.h)}$$

$$\text{Consumo Mensual} = 199.68 \text{ (kW.h)}$$

b) Calcular el consumo actual mensual con lámparas LED:

- Cobalt Led - Satin Plain 16W

$$\text{Consumo Mensual} = \frac{11 \times 8 \times 26 \times 16}{1000} \text{ (kW.h)}$$

$$\text{Consumo Mensual} = 36.608 \text{ (kW.h)}$$

- MASTER LEDtube 1200mm UO 20W

$$\text{Consumo Mensual} = \frac{25 \times 12 \times 26 \times 20}{1000} \text{ (kW.h)}$$

$$\text{Consumo Mensual} = 156 \text{ (kW.h)}$$

- MASTER LEDtube HO/20W830 T8

$$\text{Consumo Mensual} = \frac{16 \times 12 \times 26 \times 20}{1000} \text{ (kW.h)}$$

$$\text{Consumo Mensual} = 99.84 \text{ (kW.h)}$$

En las siguientes tablas mostraremos los consumos mensuales de cada tipo de lámparas:

Cuadro de Carga del Sistema de Iluminación.					
Tipo de Fluorescente	FLUJO LUMINICO (lm)	Cantidad	Horas de Operación	Nº días al mes	Consumo (kW.h-mes)
Circular LTD32W	1750	11	8	26	73.216
Lineal LTD 36W	2500	25	12	26	280.8
Lineal TLRS 40W	2850	16	12	26	199.68

Tabla 33: Consumo mensual de Lámparas Convencionales / Fuente: Elaboración Propia

Las lámparas LED equivalentes basados en el flujo lumínico son los siguientes:

LAMPARAS LED EQUIVALENTE.					
Tipo de Lámpara	Flujo Luminoso	Cantidad	Horas de Operación	Nº días al mes	Consumo (kW.h-mes)
COBALT LED-SATIN PLAIN 16W	1750	11	8	26	36.608
MASTER LEDtube 1200mm UO 20W	2500	25	12	26	156.00
MASTER LEDtube HO/20W830 T8	2900	16	12	26	99.84

Tabla 34: Consumo mensual de Lámparas LEDs / Fuente: Elaboración Propia

c) Calcular el ahorro mensual por consumo:

Este ahorro mensual lo obtendremos de la diferencia entre los gastos generados por los consumo de cada tipo de lámpara. Debemos tener en cuenta el costo de la energía activa fuera de punta debido a que son considerados cliente fuera de punta.

El costo de energía activa fuera de punta es 0.18 S/./kW.h.

LÁMPARAS		POTENCIA		CANTIDAD DE LAMPARA		CONSUMO MENSUAL kW.h-mes		AHORRO MENSUAL POR CONSUMO (S/.)
Lámparas Convencionales	Equivalencia en LED	Potencia (W) L1	Potencia (W) L2	L1	L2	L1	L2	
Fluorescente Circular LTD32W	COBALT LED - SATIN PLAIN 16W	32	16	11		73.216	36.608	6.59
Fluorescente Lineal LTD 36W	MASTER LEDtube 1200mm UO 20W	36	20	25		280.8	156.00	22.46
Fluorescente Lineal TLRS 40W	MASTER LEDtube HO/20W830 T8	40	20	16		199.68	99.84	17.97

Tabla 35: Ahorro mensual por Consumo (S/.) / Fuente: Elaboración Propia

Calcular el número de veces que hay que reemplazar lámparas convencionales en el tiempo de vida estimado de los LED.

Tendremos en cuenta los siguientes datos representados en la siguiente tabla:

LÁMPARAS		POTENCIA (W)		CANTIDAD DE LAMPARA		TIEMPO DE VIDA UTIL (horas)	
Lámparas Convencionales	Equivalencia en LED	Potencia L1	Potencia L2	L1	L2	L1	L2
Fluorescente Circular LTD32W	COBALT LED - SATIN PLAIN 16W	32	16	11		4000	40000
Fluorescente Lineal LTD 36W	MASTER LEDtube 1200mm UO 20W	36	20	25		10000	40000
Fluorescente Lineal TLRS 40W	MASTER LEDtube HO/20W830 T8	40	20	16		13000	50000

Tabla 36: Lámparas Convencionales y sus Equivalentes con Lámparas LED / Fuente: Elaboración Propia

Considerando 8 horas de encendido el sistema de iluminación del área administrativa y 12 horas de las demás áreas durante 26 días al mes y 312 días al año, procederemos a calcular el número de veces a cambiar las lámparas convencionales en consideración a las horas de vida útil de las lámparas LEDs:

$$\text{Cambio de Lámpara (años)} = \frac{\text{Vida útil de la lámpara (horas)}}{\text{Horas encendidas al año}}$$

El cambio de lámparas se obtiene en años y para convertirlo a meses, el resultado lo multiplicamos por 12. Para obtener las horas de encendidas al año tenemos que multiplicar las horas diarias que están encendidas las lámparas por los numero de días al año en que están encendidas sin contar los días no facturables (domingos).

Tendremos en cuenta los siguientes datos representados en la tabla:

Cálculo del número de veces de cambio de lámparas convencionales.								
TIPO DE LAMPARA		HORAS ENCENDIDAS AL DIA	NUMERO DE DIAS AL AÑO ENCENDIDAS (días)	TIEMPO DE VIDA UTIL (horas)		TIEMPO PARA CAMBIO DE LAMPARA (meses)		NUMERO DE VECES A REEMPLAZAR LAMPARAS CONVENCIONALES.
Lámpara Convencional	Lámpara LED			L1	L2	L1	L2	
Fluorescente Circular LTD32W	COBALT LED - SATIN PLAIN 16W	8	312	4000	40000	19.2	192.3	10
Fluorescente Lineal LTD 36W	MASTER LEDtube 1200mm UO 20W	12	312	10000	40000	32.1	128.2	4
Fluorescente Lineal TLRS 40W	MASTER LEDtube HO/20W830 T8	12	312	13000	50000	41.6	160.2	4

Tabla 37: Tiempo Estimado para el Cambio de Lámpara una vez culminado su vida Útil / Fuente: Elaboración Propia

- d) Gasto en mantenimiento de las lámparas convencionales, durante los años de vida de las lámparas LED.

$$G1 = N^{\circ} \text{ veces a cambiar} \times N^{\circ} \text{ Lámparas} \times (A + B)$$

Donde:

A: Costo de cada lámpara convencional.

B: Mano de obra

GASTOS EN MANTENIMIENTO O CAMBIO DE LAMPARAS.				
TIPO DE LAMPARA	N° VECES A CAMBIAR	N° LAMPARAS	COSTO DE LAMPARAS (\$/.)	COSTO TOTAL (\$/.)
Fluorescente Circular LTD32W	10	11	9.2	1012
Fluorescente Lineal LTD 36W	4	25	4.5	450
Fluorescente Lineal TLRS 40W	4	16	12.5	800

Tabla 38: Gastos por el cambio de Lámparas Convencionales / Fuente: Elaboración Propia.

El costo de la mano de obra en este caso no será considerado, dependerá del costo que sea establecido entre la empresa y el concesionario o trabajador que realice el cambio de las lámparas, si se llegase a establecer el costo por la mano de obra, entonces este valor será agregado al costo de las lámparas.

e) Tiempo de amortización.

Tendremos en cuenta el costo de las lámparas que sustituirán a las lámparas convencionales, la inversión sería la siguiente:

COSTOS DE LAMPARAS LED			
TIPO DE LÁMPARA	CANTIDAD	COSTO (S/.)	TOTAL
COBALT LED - SATIN PLAIN 16W	11	30	330
MASTER LEDtube 1200mm UO 20W	25	40	1000
MASTER LEDtube HO/20W830 T8	16	45	720

Tabla 39: Inversión de focos LEDs / Fuente: Elaboración Propia

Procedemos a calcular los siguientes puntos:

$$\text{Ahorro Anual en Consumo (AAC)} = \text{Ahorro mensual} \times 12 \text{ meses}$$

El ahorro mensual lo obtenemos de la diferencia de los costos que generador por cada tipo de lámpara, es decir el costo en S/. por kW.h durante un mes, esta diferencia será multiplicada por el número de meses del año (12) y obtendremos nuestro ahorro anual en consumo.

Tipo de Lámpara		Potencia (W)		Consumo Mensual (kW.h-mes)		Cantidad de Lámpara.	Costo de Energía (S/./kW.h)		Ahorro de Consumo al Mes (S/.)	Ahorro Anual en Consumo (AAC) (S/.)
L1	L2	L1	L2	L1	L2		L1	L2		
Fluorescente Circular LTD32W	COBALT LED - SATIN PLAIN 16W	32	16	73.216	36.608	11	13.18	6.59	6.59	79.08
Fluorescente Lineal LTD 36W	MASTER LEDtube 1200mm UO 20W	36	20	280.8	156.00	25	50.54	28.08	22.46	269.52
Fluorescente Lineal TLRS 40W	MASTER LEDtube HO/20W830 T8	40	20	199.68	99.84	16	35.94	17.97	17.97	215.64

Tabla 40: Ahorro Anual en Consumo (AAC) / Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Ahorro Anual en Mantenimiento (AAM)} = \frac{\text{Ahorro en mantenimiento}}{\text{Tiempo de vida de lámpara LED}}$$

Ahorro Anual en Mantenimiento.			
Tipo de Lámpara	Costo Mantenimiento (S/.)	Tiempo de Vida de Lámpara LED (años)	Ahorro Anual en Mantenimiento (AAM) (S/.)
Fluorescente Circular LTD32W	1012	16	63.25
Fluorescente Lineal LTD 36W	450	11	40.91
Fluorescente Lineal TLRS 40W	800	13	61.54

Tabla 41: Ahorro Anual en Mantenimiento (AAM) / Fuente: Elaboración Propia

$$\text{Ahorro Anual Estimado con LEDs} = \text{AAC} + \text{AAM}$$

Ahorro Anual Estimado				
Tipo de Lámpara		Ahorro Anual en Mantenimiento (S/.)		Ahorro Anual Estimado con LEDs (AAE) (S/.)
		AAC	AAM	
Fluorescente Circular LTD32W	COBALT LED - SATIN PLAIN 16W	79.08	63.25	142.33
Fluorescente Lineal LTD 36W	MASTER LEDtube 1200mm UO 20W	269.52	40.91	310.43
Fluorescente Lineal TLRS 40W	MASTER LEDtube HO/20W830 T8	215.64	61.54	277.18

Tabla 42: Ahorro Anual Estimado con LEDs. (AAE) / Fuente: Elaboración Propia

$$\text{Tiempo de Amortización en años} = \frac{\text{Costo inversión}}{\text{Ahorro Anual Estimado}}$$

COSTO DE LOS POSIBLES AHORROS			
Tipo de Lámpara	Coste de Inversión (S/.)	Ahorro Anual Estimado (AAE) (S/.)	Tiempo de Amortización (meses)
COBALT LED - SATIN PLAIN 16W	330	142.33	28
MASTER LEDtube 1200mm UO 20W	1000	310.43	39
MASTER LEDtube HO/20W830 T8	720	277.18	31

Tabla 43: Posibles Ahorro por uso de lámparas LEDs / Fuente: Elaboración Propia.

RESUMEN DE CALCULOS DE AHORRO EN EL SISTEMA DE ILUMINACION									
Tipo de Lámpara		Consumo Mensual (kW.h/mes)		Costo de Energía (\$/. kW.h)		Ahorro por consumo al Mes (\$/.)	Ahorro por consumo Anual (\$/.)	Porcentaje ahorro por consumo (%)	Tiempo de Amortización (meses)
L1	L2	L1	L2	L1	L2				
Fluorescente Circular LTD32W	COBALT LED - SATIN PLAIN 16W	73.216	36.608	13.18	6.59	6.59	79.08	50.00	28
Fluorescente Lineal LTD 36W	MASTER LEDtube 1200mm UO 20W	280.8	156.00	50.54	28.08	22.46	269.52	44.44	39
Fluorescente Lineal TLRS 40W	MASTER LEDtube HO/20W830 T8	199.68	99.84	35.94	17.97	17.97	215.64	50.00	31

Tabla 44: Resumen Comparativo de Consumos e Inversión / Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla n°44 podemos observar los ahorros en el consumo energético como económico al implementar iluminación LEDs, en este cuadro de cálculos no ha sido considerado el costo de la mano de obra debido a que este suele ser opcional, es decir será considerado una vez que haya sido establecido entre la empresa que se encargara de realizar los cambios correspondientes a la iluminación o el trabajador particular, una vez establecido se le considera en el cálculo.

Las lámparas han sido seleccionadas en base a los lúmenes que proporciona cada tipo de lámpara convencional de las diferentes áreas, con la finalidad de no afectar el estado de comodidad de los trabajadores.

4.2.3 Compensación de Energía Reactiva

En la siguiente tabla mostremos la energía reactiva generada cada mes durante todo un año 2017 - 2018:

GENERACION MENSUAL DE ENERGIA REACTIVA						
Mes	Dias	Eactiva(kWh)	Ereactiva(KVARh)	Tag ϕ	ϕ	Cos ϕ
2017-10	31	100,998.7626	18,885.48	0.1870	10.5913	0.98
2017-11	30	126,244.0556	27,974.9266	0.2216	12.4945	0.98
2017-12	31	143,302.6749	39,194.7335	0.2735	15.2969	0.96
2018-01	31	197,778.3022	59,828.6220	0.3025	16.8307	0.96
2018-02	30	135,503.7281	38,174.7800	0.2817	15.7339	0.96
2018-03	31	131,592.9139	31,894.6045	0.2424	13.6242	0.97
2018-04	30	83,045.0079	22,946.5225	0.2763	15.4462	0.96
2018-05	31	165,442.7436	33,618.1482	0.2032	11.4862	0.98
2018-06	30	216,674.7833	55,864.2169	0.2578	14.4574	0.97
2018-07	31	205,213.2039	52,932.2653	0.2579	14.4635	0.97
2018-08	31	147,560.6706	38,737.7794	0.2625	14.7094	0.97
2018-09	30	128,150.8264	25,026.0204	0.1953	11.0500	0.98
2018-10	31	59,177.6226	9,595.7177	0.1622	9.2104	0.99

Tabla 45: Historial de Energía Reactiva 2017 - 2018 / Fuente: Electronorte S.A.

En la siguiente tabla reduciremos la generación de energía reactiva modificando el Cos ϕ :

CORRECCION DEL COS ϕ Y SU REDUCCION EN LA GENERACION DE ENERGIA REACTIVA							
Mes	f.p. corregido	ϕ	Tag ϕ	E _{Reactiva Final} (KVARh)	E _{RI-Rf}	#Dias*h	Q _C (KVAR)
2017-10	0.99	8.1096	0.1425	14,391.5442	4,493.9369	372	12.0805
2017-11	0.98	11.4783	0.2031	25,634.9488	2,339.9778	360	6.4999
2017-12	0.98	11.4783	0.2031	29,098.8492	10,095.8843	372	27.1395
2018-01	0.98	11.4783	0.2031	40,160.5971	19,668.0249	372	52.8710
2018-02	0.98	11.4783	0.2031	27,515.2055	10,659.5745	360	29.6099
2018-03	0.98	11.4783	0.2031	26,721.0808	5,173.5237	372	13.9073
2018-04	0.98	11.4783	0.2031	16,863.0081	6,083.5144	360	16.8987
2018-05	0.98	11.4783	0.2031	33,594.5819	23.5663	372	0.0634
2018-06	0.98	11.4783	0.2031	43,997.6913	11,866.5256	360	32.9626
2018-07	0.98	11.4783	0.2031	41,670.3183	11,261.9470	372	30.2741
2018-08	0.98	11.4783	0.2031	29,963.4721	8,774.3073	372	23.5868
2018-09	0.99	8.1096	0.1425	18,260.5038	6,765.5166	360	18.7931
2018-10	0.99	8.1096	0.1425	8,432.3545	1,163.3632	372	3.1273

Tabla 46: Corrección del F.P. y Energía Reactiva Mensual / Fuente: Elaboración Propia

La empresa cuenta con un banco de condensadores el cual permite reducir su generación de energía reactiva, aquella energía reactiva esta presentada en la tabla N°45, el banco de condensadores cuentan con un regulador de energía reactiva NR6 Schneider Electric, cuya función es medir el $\cos\phi$ de la instalación y dar las ordenes a los contactores para intentar aproximarse lo más posible al $\cos\phi$ objetivo, conectando los distintos escalones de potencia reactiva. Además de esta función, incorporan funciones complementarias de ayuda al mantenimiento y la instalación.

Entre unos de sus componentes importantes tenemos a los contactores, encargados de conectar los distintos condensadores que configuran la batería. El número de escalones que es posible disponer en un equipo de compensación automático depende de las salidas que tenga el regulador.

Existen dos modelos de reguladores Varlogic atendiendo al número de salidas: de 1 hasta 6 escalones y de 2 hasta 12 escalones.

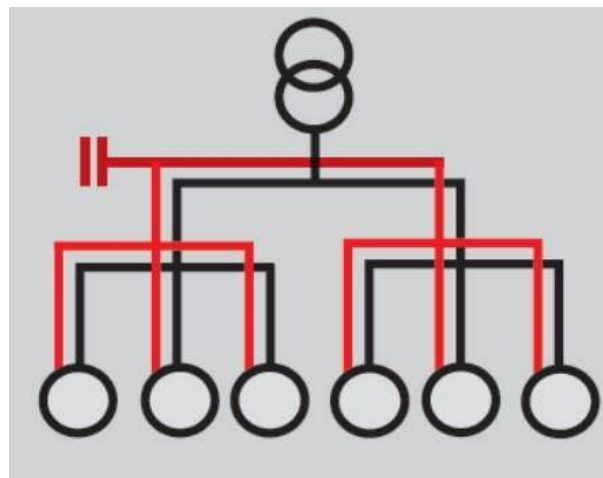


Tabla 47: Compensación Centralizada / Fuente: Schneider Electric



Ilustración 26: Banco de Condensadores y Gabinete de Distribución / Fuente: Molinera Sudamérica S.A.C.

En la imagen 26 podemos observar el gabinete de distribución del área de producción con su banco de condensadores, y en la siguiente imagen mostraremos el tipo de regulador que tiene equipado el tablero de distribución:



Ilustración 27: Schneider Electric Regulador NR6 / Fuente: Molinera Sudamérica S.A.C.

El regulador está diseñado tanto para la instalación en panel (corte de 138 x 138

mm) como de perfil DIN. Está sujeto al perfil por un resorte de fijación con destornillador y a un panel mediante un resorte de sujeción lateral.

Existen dos formas de conectar el regulador a la red:

- Tensión FN (Fase – Neutro) (TI en la misma fase)
- Tensión FF (Fase – Fase) (TI en la tercera fase)

Dónde: TI es Transformador de Intensidad.

En la descripción del equipo tenemos lo siguiente:

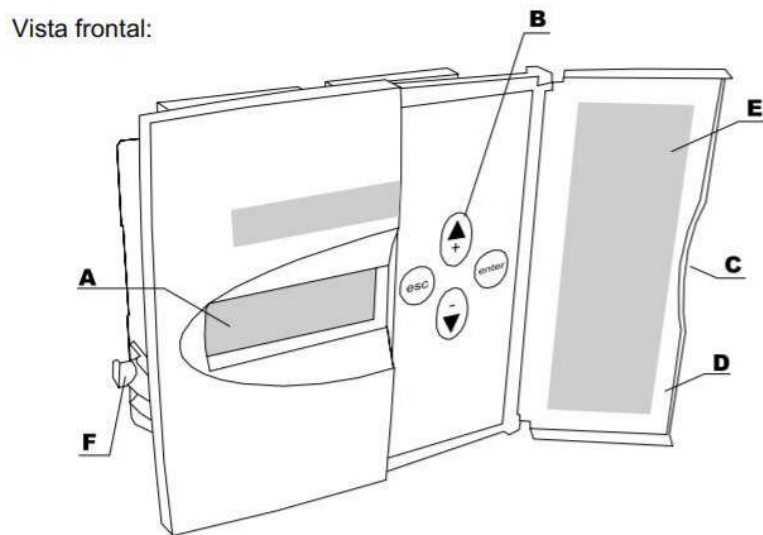


Ilustración 28: Vista Frontal del Regulador NR6 / Fuente: Schneider Electric

A	Display
B	Teclas
C	Apertura de la puerta
D	Puerta
E	Información sobre alarmas
F	Abrazadera de montaje para la instalación del panel

Tabla 48: Descripción Frontal del Regulador / Fuente: Schneider Electric

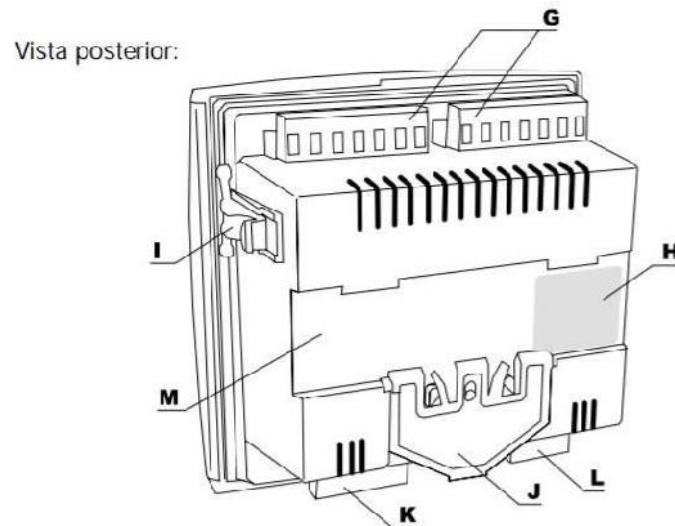


Ilustración 29: Vista Posterior del Regulador NR6 / Fuente: Schneider Electric

G	Conectores de salida de los escalones
H	Etiqueta de especificaciones
I	Abrazadera de montaje para la instalación del papel
J	Resorte de fijación para montaje de perfil DIN
K	Entradas de conexión de corriente / tensión
L	Salidas de Ventilador y alarma
M	Area de instalación de perfil DIN

Tabla 49: Descripción Posterior del Regulador NR6 / Fuente: Schneider Electric

Vista lateral:

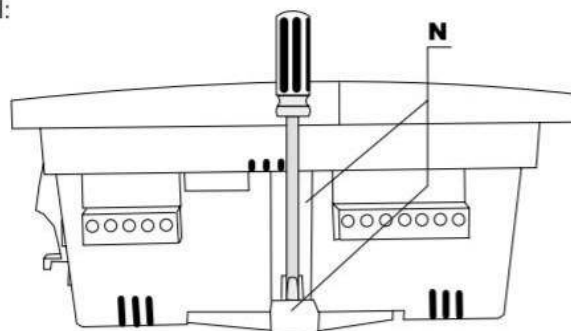


Ilustración 30: Vista Lateral del Regulador NR6 / Fuente: Schneider Electric

N	Guia del destornillador
---	-------------------------

Tabla 50: Descripción Lateral del Regulador NR6 / Fuente: Schneider Electric



Ilustración 31: Distribución y Símbolos de la Pantalla / Fuente: Schneider Electric

4.2.4 Ahorro energético en motores de alta eficiencia y amortización

Determinaremos el ahorro energético y económico al implementar motores de alta eficiencia IE2, para ello mencionaremos las características de los motores que se encuentran instalados en la fábrica:

Los motores estándar instalados en la fábrica presentan las siguientes características:

- Tensione conmutables: 220/380/440 a 60 Hz para motores de eficiencia IE1.
- Clase Térmica F/B diseñados para operar con reserva térmica.
- Tipo de servicio: S1
- Factor de servicio (F.S): 1.15, temperatura de operación -15/40°C.
- Cumple con los estándares IEC 60034
- Ventilador con flujo radial de aire lo cual permite la refrigeración independiente del sentido de rotación.
- Protección mecánica IP55
- Caja de bornes en la parte superior.



Ilustración 32: Motor del Ventilador de la Mesa de Pre-Limpia / Fuente: DELCROSA

Teniendo en cuenta las características anteriores, elegiremos los motores de alta eficiencia IE2, los precios han sido seleccionados de los catálogos de motores SIEMENS y ABB, los precios de los motores estándar han sido considerados de la lista de precio del catálogo SIEMENS y los precios de los motores de alta eficiencia de la lista de precio del catálogo ABB.

Procedimiento para el cálculo del ahorro económico en la empresa por uso de motores de alta eficiencia:

La fórmula que utilizaremos establecida por empresa SIEMENS es la siguiente:

$$C_r = P_i + \frac{0.746 * HP * TO * R}{E}$$

Donde:

PI : Precio Inicial del motor.

HP : Potencia del motor.

TO : Tiempo de operación del motor (vida útil)

R : Tarifa de la compañía suministradora (\$/kW.h)

E : Eficiencia del motor

Datos:

- Motor trifásico de 0.37kW \approx 0.5HP, 4 polos, 1800 rpm
 - Motor de Eficiencia estándar: $E = 72.0\%$
 - Precio del motor estándar: S/. 525.00

$$C_{T1} = 525.00 + \frac{0.746 * 0.5 * 40000 * 0.18}{0.72}$$

$$C_{T1} = S/.4,255.00$$

- Motor trifásico de 0.37kW \approx 0.5HP, 4 polos, 1800 rpm
 - Motor de Alta Eficiencia: $E = 78.5\%$
 - Precio del motor de alta eficiencia: S/. 791.35

$$C_{T2} = 791.35 + \frac{0.746 * 0.5 * 40000 * 0.18}{0.785}$$

$$C_{T2} = S/.4,212.50$$

- Ahorro:

$$C_{T1} - C_{T2} = 4,255.00 - 4,212.50$$

$$C_{T1} - C_{T2} = S/.42.50$$

- Determinamos el ahorro total multiplicando la diferencia de costos por la cantidad de motores de las mismas características:

$$Ahorro\ Total = (C_{T1} - C_{T2}) * N^{\circ}de\ motores.$$

$$Ahorro\ Total = 42.50 * 3$$

$$Ahorro\ Total = S/.127.5$$

POTENCIA		CANTIDAD	EFICIENCIA		PRECIO DEL MOTOR (S/.)			COSTO TOTAL DE OPERACIÓN (S/.)			AHORRO (S/.)
KW	HP		ESTÁNDAR	ALTA EFICIENCIA	ESTÁNDAR	ALTA EFICIENCIA	ESTÁNDAR	ALTA EFICIENCIA	ESTÁNDAR	ALTA EFICIENCIA	
0.37	0.5	3	72.00%	78.50%	525.00	791.35	4,255.00	4,212.50	4,255.00	4,212.50	127.51
0.55	0.74	1	75.00%	81.50%	650.00	878.56	5,949.58	5,755.48	5,949.58	5,755.48	194.11
0.60	0.8	1	80.00%	85.50%	680.00	817.19	6,051.20	5,842.87	6,051.20	5,842.87	208.33
0.75	1.01	24	79.00%	85.50%	697.00	1,020.68	7,563.98	7,365.61	7,563.98	7,365.61	4,760.90
1.10	1.48	23	82.50%	86.50%	774.00	1,169.26	10,409.61	10,359.29	10,409.61	10,359.29	1,157.30
1.50	2.01	13	80.00%	86.50%	928.00	1,363.06	14,423.14	13,844.11	14,423.14	13,844.11	7,527.33
2.20	2.95	16	82.50%	89.50%	1,146.00	1,676.37	20,352.11	19,380.33	20,352.11	19,380.33	15,548.54
3.00	4.02	1	85.50%	89.50%	1,430.00	1,996.14	26,684.06	26,121.53	26,684.06	26,121.53	562.53
3.70	4.96	13	85.50%	89.50%	1,629.00	2,377.28	32,788.24	32,143.93	32,788.24	32,143.93	8,376.05
5.50	7.38	2	82.50%	89.50%	2,157.00	2,955.45	50,204.83	47,245.34	50,204.83	47,245.34	5,918.96
7.50	10.06	6	89.50%	91.70%	2,762.00	3,834.01	63,135.49	62,759.06	63,135.49	62,759.06	2,258.56
9.32	12.5	4	67.80%	92.40%	3,721.00	5,494.23	102,747.55	78,156.57	102,747.55	78,156.57	98,363.92
15.00	20.12	1	79.00%	93.00%	4,964.00	7,115.69	141,759.63	123,318.43	141,759.63	123,318.43	18,441.20
18.50	24.81	3	90.00%	93.60%	6,390.00	8,184.82	154,456.08	150,556.05	154,456.08	150,556.05	11,700.09
45.00	60.35	2	88.50%	95.00%	15,259.00	18,007.25	381,532.36	359,219.80	381,532.36	359,219.80	44,625.12
54.00	72.42	3	88.50%	95.40%	17,847.00	21,918.78	457,375.03	429,657.04	457,375.03	429,657.04	83,153.95
55.00	73.76	1	88.50%	95.40%	17,847.00	21,918.78	465,507.69	437,201.50	465,507.69	437,201.50	28,306.19
			TOTAL		79,406.00	101,518.90	1,945,195.57	1,813,139.43	1,945,195.57	1,813,139.43	331,230.60

Tabla 51 Tiempo de Recuperación de la Inversión / Fuente: Elaboración Propia

POTENCIA		CANTIDAD	EFICIENCIA			PRECIO DEL MOTOR (S/.)			COSTO TOTAL DE OPERACIÓN (S/.)			AHORRO (S/.)	AHORRO ANUAL	TIEMPO DE RECUPERACIÓN (meses)
kW	HP		ESTÁNDAR	ALTA EFICIENCIA		ESTÁNDAR	ALTA EFICIENCIA		ESTÁNDAR	ALTA EFICIENCIA				
0.37	0.5	3	72.00%	78.50%		525.00	791.35		4,255.00	4,212.50		127.51	72.27	3.07
0.55	0.74	1	75.00%	81.50%		665.00	878.56		5,949.58	5,755.48		194.11	32.97	5.40
0.60	0.8	1	80.00%	85.50%		680.00	817.19		6,051.20	5,842.87		208.33	26.95	4.24
0.75	1.01	24	79.00%	85.50%		697.00	1,020.68		7,563.98	7,365.61		4,760.90	977.28	0.28
1.10	1.48	23	82.50%	86.50%		774.00	1,169.26		10,409.61	10,359.29		1,157.30	799.37	0.41
1.50	2.01	13	80.00%	86.50%		928.00	1,363.06		14,423.14	13,844.11		7,527.33	1,028.28	0.35
2.20	2.95	16	82.50%	89.50%		1,146.00	1,676.37		20,352.11	19,380.33		15,548.54	1,874.69	0.24
3.00	4.02	1	85.50%	89.50%		1,430.00	1,996.14		26,684.06	26,121.53		562.53	88.04	5.36
3.70	4.96	13	85.50%	89.50%		1,629.00	2,377.28		32,788.24	32,143.93		8,376.05	1,412.09	0.44
5.50	7.38	2	82.50%	89.50%		2,157.00	2,955.45		50,204.83	47,245.34		5,918.96	586.24	1.13
7.50	10.06	6	89.50%	91.70%		2,762.00	3,834.01		63,135.49	62,759.06		2,258.56	677.87	1.32
9.32	12.5	4	67.80%	92.40%		3,721.00	5,494.23		102,747.55	78,156.57		98,363.92	8,225.63	0.18
15.00	20.12	1	79.00%	93.00%		4,964.00	7,115.69		141,759.63	123,318.43		18,441.20	1,606.25	1.12
18.50	24.81	3	90.00%	93.60%		6,390.00	8,184.82		154,456.08	150,556.05		11,700.09	1,332.59	1.12
45.00	60.35	2	88.50%	95.00%		15,259.00	18,007.25		381,532.36	359,219.80		44,625.12	3,909.49	0.59
54.00	72.42	3	88.50%	95.40%		17,847.00	21,918.78		457,375.03	429,657.04		83,153.95	7,438.80	0.46
55.00	73.76	1	88.50%	95.40%		17,847.00	21,918.78		465,507.69	437,201.50		28,306.19	2,525.48	1.34
			TOTAL			79,421.00	101,518.90		1,945,195.57	1,813,139.43		331,230.60	32,614.28	27.05

Tabla 52 Cálculo del ahorro económico en motores de Alta Eficiencia / Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en la tabla n°52 el tiempo de recuperación de la inversión sería dentro de los 27 meses siendo un total de dos años y tres meses.

4.2.5 Sobredimensionamiento de motores.

Para determinar cuan sobredimensionado puede estar un motor, este debe estar operando entre el 70% y 100% para obtener un mejor desempeño.

Una característica de un motor sobredimensionado es el bajo consumo de corriente en funcionamiento con respecto a la corriente nominal a la que debería trabajar normalmente.

En la siguiente tabla mostraremos los motores del área de producción, añejado, secado por hornos y almacén de pajilla, con los datos de placa y consumo cuando están operativos y en base a estos determinar sus pérdidas:

AREA DE PRODUCCION														
MOTOR	DATOS DE PLACA					DATOS EN FUNCIONAMIENTO				Porcentaje de Carga (%)	Eficiencia Real n (%)	Perdidas (kW)	Cantidad	Pérdida Total (kW)
	Potencia (kW)	V	A	FP	Eficiencia (n) %	Potencia (kW)	V	A	F.P.					
Elevador N°01	1.10	380.00	2.97	0.68	82.50	0.89	382.40	2.09	0.79	70.37	0.21	11	2.25	
Elevador N°02	0.75	380.00	2.25	0.63	80.00	0.67	382.40	1.61	0.79	71.56	0.15	3	0.46	
Sin Fin de Tolva	1.10	380.00	2.97	0.68	82.50	1.00	382.40	2.37	0.79	79.80	0.21	1	0.21	
Sin fin de Circuitos	1.10	380.00	2.97	0.68	82.50	0.90	382.40	2.16	0.79	72.73	0.22	3	0.67	
Sin fin de Mesa Selectora	0.75	380.00	2.25	0.63	80.00	0.51	382.40	1.24	0.79	55.11	0.16	1	0.16	
Ventilador de mesa Pre Limpia	5.50	380.00	11.90	0.78	89.50	4.90	382.40	10.64	0.79	89.41	0.66	1	0.66	
Mesa Palote	1.10	380.00	2.50	0.81	82.50	0.85	382.40	2.00	0.79	80.00	0.21	1	0.21	
Descascaradora	9.32	380.00	18.30	0.87	88.50	8.75	382.40	19.40	0.79	106.01	1.29	3	3.86	
Circuito	3.70	380.00	8.20	0.78	87.50	3.00	382.40	6.61	0.79	80.61	0.49	3	1.47	
Mesa Padi	2.20	380.00	4.60	0.82	88.50	1.89	382.40	4.13	0.79	89.78	0.28	1	0.28	
Mesa Vibradora Clasificadora	3.70	380.00	9.33	0.69	87.50	3.20	382.40	7.17	0.79	76.85	0.54	1	0.54	
Pulidora	45.00	380.00	80.00	0.97	88.50	40.40	382.40	88.95	0.79	111.19	5.94	2	11.88	
Tornillo De Pulidora	0.75	380.00	2.04	0.71	79.00	0.69	382.40	1.70	0.79	83.33	0.17	2	0.34	
Pulidora de agua	55.00	380.00	107.00	0.88	88.50	49.00	382.40	106.54	0.79	99.57	6.66	2	13.31	
Rodillos	1.50	380.00	4.00	0.71	80.00	1.25	382.40	3.11	0.79	77.75	0.35	2	0.70	
Mesa Vibradora de Rodillos	1.50	380.00	4.00	0.71	80.00	1.32	382.40	3.24	0.79	81.00	0.33	1	0.33	
Mesa Selectora	3.60	380.00	7.60	0.91	79.00	2.91	382.40	7.11	0.79	93.55	0.78	3	2.35	
Sin fin de Polvillo	1.50	380.00	3.45	0.88	75.00	1.14	382.40	3.01	0.79	87.25	0.41	1	0.41	
Ventilador de Polvillo	15.00	380.00	35.62	0.81	79.00	13.60	382.40	36.61	0.79	102.78	4.35	1	4.35	
Ventilador Quemador de Pajilla	5.50	380.00	11.10	0.85	89.00	5.00	382.40	11.50	0.79	103.60	0.93	1	0.93	
Ventilador de Pajilla	18.50	380.00	34.60	0.90	90.00	14.80	382.40	32.44	0.79	93.76	2.37	1	2.37	

Tabla 53 Valores de placa y funcionamiento de motores del área de Producción. / Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la tabla 53 podemos observar que la mayoría de los motores del área de producción se encuentra operando dentro del rango de porcentaje de carga adecuado, rango comprendido entre el 75 – 100 % de eficiencia; también podemos observar que existen motores que presentan una sobre carga como por ejemplo el motor del ventilador de polvillo, ventilador quemador de pajilla, descascaradora y pulidora.

En una de las visitas a la fábrica el motor del ventilador de polvillo estaba presentando fallas en pleno funcionamiento, aquel moto se le había realizado anteriormente un mantenimiento y podemos observar en la tabla n°53, el motor se encuentra sobrecargado, trabajando por encima del rango establecido por el porcentaje de carga.

Para poder determinar el porcentaje de carga y las pérdidas utilizaremos las siguientes fórmulas:

$$\%L = \frac{\text{Corriente RMS}}{\text{Corriente de placa}} * 100$$

$$\text{Pérdidas} = \text{Potencia de placa} * 0.7457 * (1 - n_{\text{real}})$$

El porcentaje de carga de un motor es la relación existente entre la carga mecánica a la que está trabajando un motor referida a la carga mecánica nominal, es decir la carga que suministra cuando consume la potencia nominal.

Como podemos observar en la tabla n° 53, los motores que presentan mayor pérdida son las pulidoras de agua, ambos motores generan una pérdida de 13.31kW por hora de funcionamiento. Esta fábrica trabaja aproximadamente 5200 horas al año, considerando 16 horas al día durante 325 días al año, para determinar las pérdidas económicas debemos tener en cuenta el costo por kilowatio hora que es 0.18 S/./kW.h.; por lo tanto la pérdida al año es S/.12,458.16.

PORCENTAJE DE CARGA.	
MOTOR	%L
Elevador N°01	70.37
Elevador N°02	71.56
Sin Fin de Tolva	79.80
Sin fin de Circuitos	72.73
Sin fin de Mesa Selectora	55.11
Ventilador de mesa Pre Limpia	89.41
Mesa Palote	80.00
Descascaradora	106.01
Circuito	80.61
Messa Paddy	89.78
Mesa Vibradora Clasificadora	76.85
Pulidora	111.19
Tornillo De Pulidora	83.33
Pulidora de agua	99.57
Rodillos	77.75
Mesa Vibradora de Rodillos	81.00
Mesa Selectora	93.55
Sin fin de Polvillo	87.25
Ventilador de Polvillo	102.78
Ventilador Quemador de Pajilla	103.60
Ventilador de Pajilla	93.76

Tabla 53 Porcentaje de carga de los motores del área de Producción / Fuente: Elaboración Propia

Los motores presentados en la tabla n°53 se encuentran dentro del rango del porcentaje de carga, excepto el ventilador de polvillo, ventilador quemador de pajilla, pulidora y descascaradora; estos motores se encuentran presentando sobrecarga.

En la siguiente tabla mostraremos los datos de placa de los motores y el consumo de los mismos cuando están operativos, forman parte del área de añejado:

AREA DE AÑEJADO													
MOTOR	DATOS DE PLACA				DATOS EN FUNCIONAMIENTO				Porcentaje de Carga (%)	Eficiencia Real n (%)	Perdidas (kW)	Cantidad	Pérdida Total (kW)
	Potencia (kW)	V	A	F.P.	EFICIENCIA n (%)	Potencia (kW)	V	A					
Elevador 1	0.75	380.00	2.25	0.51	80.00	0.72	382.40	1.76	0.79	78.22	0.16	5	0.82
Elevador 2	1.10	380.00	2.97	0.56	82.50	0.93	382.40	2.20	0.79	74.07	0.21	5	1.06
Envejecedoras de Arroz Pequeña	7.50	380.00	15.10	0.75	89.50	6.72	382.40	14.86	0.79	98.41	1.02	4	4.07
Procesadora de Arroz	54.00	380.00	105.00	0.78	89.50	42.80	382.40	93.48	0.79	89.03	6.75	2	13.50
Envejecedoras de Arroz Grande	7.50	380.00	15.50	0.74	88.50	6.75	382.40	15.05	0.79	97.10	1.07	3	3.21
Faja Transportadoras	1.50	380.00	3.70	0.78	80.00	1.14	382.40	2.82	0.79	76.22	0.34	2	0.68
Faja transportadora de Tolva	0.75	380.00	2.00	0.78	80.00	0.48	382.40	1.21	0.79	60.50	0.18	3	0.54
Mesa Selectora	3.60	380.00	8.20	0.68	79.00	3.15	382.40	7.80	0.79	95.12	0.82	1	0.82
Sin Fin	0.75	380.00	2.25	0.51	80.00	0.62	382.40	1.48	0.79	65.78	0.15	1	0.15
Mesa Vibradora de Rodillos	1.50	380.00	4.00	0.57	80.00	1.15	382.40	2.80	0.79	70.00	0.32	1	0.32
Rodillos	1.50	380.00	4.00	0.57	80.00	1.18	382.40	2.90	0.79	72.50	0.33	1	0.33

Tabla 54 Valores de placa y funcionamiento de motores del área de añejado. / Fuente: Elaboración Propia

PORCENTAJE DE CARGA	
MOTOR	%L
Elevador 1	78.22
Elevador 2	74.07
Envejecedora de Arroz Pequeña	98.41
Procesadora de Arroz	89.03
Envejecedora de Arroz Grande	97.10
Faja Transportadoras	76.22
Faja transportadora de Tolva	60.50
Mesa Selectora	95.12
Sin Fin	65.78
Mesa Vibradora de Rodillos	70.00
Rodillos	72.50

Tabla 55: Porcentaje de carga de los motores del área de Añejado / Fuente: Elaboración Propia

Podemos observar en la tabla n°54 los motores del área de añejado se encuentran trabajando de manera óptima sin presentar sobrecarga, además que las máquinas instaladas son modernas, por el cual presentan una mayor eficiencia.

En el área de secado por Horno la tensión a la que trabajan es diferente a la del área de producción, en el área de secado por horno trabajan con una tensión de 220V al igual que el área de almacén de pajilla.

Hay que tener en cuenta que en los motores de grandes dimensiones y potencias es más fácil determinar sobredimensionamiento por presentar mayores consumos en comparación con los motores de baja potencia.

AREA DE SECADO POR HORNO														
MOTOR	DATOS DE PLACA					DATOS EN FUNCIONAMIENTO				Porcentaje de Carga (%)	Eficiencia Real n (%)	Perdidas (kW)	Cantidad	Pérdida Total (kW)
	Potencia (kW)	V	A	F.P.	Eficiencia n (%)	Potencia (kW)	V	A	F.P					
Sin Fin	1.50	220.00	6.00	0.70	80.00	1.23	220.00	5.28	0.79	88.00	77.39	0.34	2	0.68
Elevador	2.20	220.00	8.60	0.74	85.50	1.75	220.00	7.06	0.79	82.09	82.34	0.39	5	1.94
Prelimpiador de Grano N°01	1.10	220.00	4.45	0.79	82.50	0.89	220.00	3.71	0.79	83.37	79.69	0.22	1	0.22
Prelimpiador de Grano N°02	3.70	220.00	14.00	0.69	87.50	2.87	220.00	11.32	0.79	80.86	84.22	0.58	1	0.58
Prelimpiador de Grano N°03	0.75	220.00	3.45	0.71	80.00	0.60	220.00	2.51	0.79	72.75	79.41	0.15	2	0.31
Zaranda Prelimpiadora	2.20	220.00	11.30	0.51	85.50	1.93	220.00	7.77	0.79	68.76	82.51	0.38	2	0.77
Sin Fin de Zaranda Prelimpiadora	1.50	220.00	6.45	0.66	80.00	1.20	220.00	5.19	0.79	80.47	76.81	0.35	1	0.35
Fajas	2.20	220.00	11.50	0.68	85.50	2.10	220.00	8.22	0.79	71.48	84.87	0.33	6	2.00
Ventilador de Silo H	0.75	220.00	3.60	0.57	80.00	0.62	220.00	2.61	0.79	72.50	78.91	0.16	6	0.95
Sin fin de Silo H	2.20	220.00	8.60	0.68	85.50	1.89	220.00	7.47	0.79	86.86	84.05	0.35	2	0.70
Sin fin de Silo A	3.00	220.00	11.50	0.69	85.50	2.56	220.00	10.10	0.79	87.83	84.20	0.47	1	0.47
Sin fin de Secador	1.50	220.00	6.00	0.66	84.50	1.20	220.00	4.92	0.79	82.00	81.02	0.28	1	0.28
Ventilador de Tolva de pajilla	3.70	220.00	14.00	0.69	87.50	3.15	220.00	12.41	0.79	88.64	84.32	0.58	1	0.58
Sin fin Tolva de pajilla	0.37	220.00	1.92	0.69	72.00	0.30	220.00	1.43	0.79	74.48	69.69	0.11	1	0.11
Ventilador de Inyección de Aire Cámara de Ceniza	3.70	220.00	14.00	0.69	87.50	2.97	220.00	11.59	0.79	82.79	85.10	0.55	1	0.55
Sin fin cámara de ceniza	0.37	220.00	1.20	0.52	72.00	0.31	220.00	1.52	0.79	126.67	67.75	0.12	1	0.12
Cadena de cámara de ceniza	0.37	220.00	2.10	0.69	72.00	0.35	220.00	1.69	0.79	80.48	68.80	0.12	1	0.12
Elevador de Ceniza	0.75	220.00	3.90	0.51	80.00	0.65	220.00	2.83	0.79	72.56	76.30	0.18	1	0.18
Rodamientos por cadena secador	1.10	220.00	4.45	0.61	82.50	0.96	220.00	3.99	0.79	89.66	79.93	0.22	1	0.22
Ventilador para cámara de ceniza	3.70	220.00	14.00	0.69	87.50	2.94	220.00	11.61	0.79	82.93	84.12	0.59	1	0.59

Tabla 56 Valores de placa y funcionamiento de motores del área de secado por horno / Fuente: Elaboración Propia

PORCENTAJE DE CARGA	
MOTOR	%L
Sin Fin	88.00
Elevador	82.09
Prelimpiador de Grano N°01	83.37
Prelimpiador de Grano N°02	80.86
Prelimpiador de Grano N°03	72.75
Zaranda Prelimpiadora	68.76
Sin Fin de Zaranda Prelimpiadora	80.47
Fajas	71.48
Ventilador de Silo H	72.50
Sin fin de Silo H	86.86
Sin fin de Silo A	87.83
Sin fin de Secador	82.00
Ventilador de Tolva de pajilla	88.64
Sin fin Tolva de pajilla	74.48
Ventilador de Inyección de Aire Cámara de Ceniza	82.79
Sin fin cámara de ceniza	126.67
Cadena de cámara de ceniza	80.48
Elevador de Ceniza	72.56
Rodamientos por cadena secador	89.66
Ventilador para cámara de ceniza	82.93

Tabla 57: Carga porcentual de motores del area de secado por Horno / Fuente: Elaboración Propia

En la tabla n°57 podemos observar que el motor del sin fin de cámara de ceniza se encuentra presentando sobrecarga en cambio el resto de los motores se encuentran dentro del rango del factor de carga entre el 75 – 100%, esto significa que trabajan de manera eficiente sin presentar sobredimensionamiento o sobrecarga.

AREA DE ALMACEN DE PAJILLA.	MOTOR	Compresor de Pajilla	
	DATOS DE PLACA	Potencia (kW)	18.50
		V	380.00
		A	34.60
		F.P.	0.78
		Eficiencia n (%)	91.00
	DATOS EN FUNCIONAMIENTO	Potencia (kW)	15.80
		V	382.40
		A	33.70
		F.P.	0.79
	Porcentaje de Carga (%L)		97.4
	Eficiencia Real n (%)		89.6
	Perdidas (kW)		1.92
	Cantidad		2
	Pérdida Total (kW)		3.85

Tabla 58: Valores de placa y funcionamiento de motores del area de Pajilla / Fuente: Elaboración Propia

PORCENTAJE DE CARGA	
MOTOR	%L
Compresor de Pajilla	97.4

Tabla 59: Porcentaje de Carga de motores del área de Almacén de Pajilla / Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones

En base a los datos y cálculos obtenidos al recolectar información sobre los equipos instalados en las distintas áreas de la empresa se puede determinar que el área de mayor consumo energético se presenta en el área de Producción y el área de Añejado con una potencia instalada de 289.87kW y 228.95kW respectivamente.

Según el análisis realizado del pliego tarifario que se le asignó a la empresa es el correcto siendo MT3, este pliego tarifario está dirigido para aquellos usuarios cuyos consumos de potencia se da durante las 24 horas al día o aquellos usuarios cuyo turno de trabajo empieza en horas de la mañana y acaban pasada las 18:00h, además desde el mes de octubre del 2018 hasta la actualidad cambio su condición de usuario regulado a usuario libre.

Mejorar el sistema de iluminación reemplazando las lámparas fluorescentes actuales circular LTD32W por lámparas LED 16W obtendría un ahorro porcentual en su consumo de un 50%, al igual que las lámparas fluorescente lineal LTD36W por lámparas LED 20W obteniendo un ahorro porcentual en su consumo de 44.44% y por ultimo las lámparas fluorescente lineal TLRD 40W por lámparas LED 30W obteniendo un ahorro porcentual en su consumo de un 50%.

Los motores de alta eficiencia al reemplazar los motores estándar representan un ahorro energético considerable y su inversión podría ser recuperada en un tiempo aproximado a los 27 meses, siempre y cuando sea considerado reemplazar en su totalidad los motores en una sola acción. De acuerdo a las tabla n°52 el ahorro anual implementando el uso de motores de alta eficiencia es de S/.32 614.28.

Los motores que forman parte del proceso de producción de la fábrica trabajan eficientemente, esto es porque el porcentaje de carga de los motores se encuentran dentro del rango establecido (70-100%) lo que implica que no existe sobredimensionamiento, son pocos los motores que presentan una sobrecarga como podemos observar en la tabla n°53, por lo cual se deben tomar las acciones necesarias para solucionar el problema en mención.

5.2 Recomendaciones

Realizar capacitaciones al personal, con la finalidad de incentivar a hacer un uso racional de la energía, concientizar sobre los posibles ahorros energético y económicos que se puedan obtener con el simple gesto de apagar las lámparas que no sean necesarias en determinadas áreas durante el día, a su vez incentivar a los administrativos y gerente a la implementación de nuevas tecnologías como el uso de tecnologías LED, se ha podido observar en los cálculos plasmados en las tablas anteriores que se puede obtener un ahorro energético viéndose reflejado en la facturación mensual de la fábrica.

Hacer uso de motores eléctricos de alta eficiencia refleja un ahorro económico como un uso eficiente de la energía eléctrica de manera considerable, para ello se pueden implementar de manera gradual un grupo de motores de cierta área hasta lograr reemplazar la mayoría de motores instalados en la fábrica, el tiempo de recuperación de la inversión sería a corto plazo no más de 6 meses; siempre y cuando sean motores de alta eficiencia porque si consideramos motores PREMIUN, el tiempo de recuperación de la inversión no sería menor a un año y medio.

Debemos tener en cuenta aquellos factores que impliquen en el funcionamiento correcto de los procesos de producción, para no tener una cantidad de pérdidas considerables. Para el caso de las corrientes de trabajo, el factor de potencia, los porcentajes de carga y las potencias utilizadas en cada proceso son los factores a considerar para disminuir las pérdidas y mejorar el proceso productivo y así hacer uso eficiente de la energía eléctrica.

Realizar un mantenimiento preventivo anual para determinar el estado operativo de cada motor que esté implicado en el proceso de producción como sus sistemas de protección como contactores, guardamotores, ITM, etc.

Referencias bibliográficas

- (s.f.). Obtenido de Meetthings - Ahorro con LEDs: <https://meetthings.com/blog/index.php/24-10-2011/cuanto-ahorro-con-leds-y-como-lo-calculo/>
- ABB. (2019). *Motores de baja tensión*. Recuperado el Octubre de 2019, de http://rigomallorca.com/files/descargas/MOTORES%20ABB/Tarifa_ABB_Motors_2019.pdf
- Arcos López, E. R., & Chicaiza Diaz, D. M. (2015). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO DE CONTROL AUTOMATICO PARA LA CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA, EMPLEANDO UN MÓDUO DCRA*. QUITO. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10583/1/CD-6261.pdf>
- Castro, I. O. (Agosto de 2019). *www.conexionmantenimiento.com*. Obtenido de Prevención de las fallas de los motores trifasicos de inducción mediante una adecuada selección.: <http://www.conexionmantenimiento.com/articulos/prevencion.pdf>
- CIRCUTOR. (14 de Agosto de 2019). *Soluciones para la compensación de energia reactiva en Media Tensión*. Obtenido de http://circutor.com/docs/MitjaTensio_SP_Cat.pdf
- Consejo Directivo Organismo Supervisor de la Inversion en Energia y Minería. (s.f.). *www.osinergmin.gob.pe*. Recuperado el Septiembre de 2019, de <http://gart.osinergmin.gob.pe/Resoluciones/pdf/2009/OSINERGMIN%20No.182-2009-OS-CD.pdf>
- Constitucion Politica del Peru. (s.f.). *Reglamento de la Ley de Concesiones Electricas*. Recuperado el Septiembre de 2019, de www.osinergmin.gob.pe: <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/normatividad/ds009-93.pdf>
- Diario Oficial El Peruano. (s.f.). *Ley de Concesiones Electricas - DECRETO LEY N° 25844*. Recuperado el Septiembre de 2019, de https://www.osinergmin.gob.pe/cartas/documentos/electricidad/normativa/LEY_CONCESIONES_ELECTRICAS.pdf
- Farrás, J. G. (Agosto de 2019). *ILUMINACION*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo+46.+Iluminaci%C3%B3n>
- Flores, A. V. (s.f.). *Manual de Motores Electricos*. Recuperado el Agosto de 2019, de https://www.academia.edu/37249098/MANUAL_DE_MOTORES_ELECTRICOS
- Flores, F. G. (s.f.). *Análisis de Factibilidad para la Compensación de Reactivo en Función del Mínimo de Pérdidas en Redes de Distribución*. UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SEDE QUITO, QUITO. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8172/6/UPS-KT01047.pdf>
- GUEVARA, J. A. (2016). *MODELO DE AUDITORIA ENERGETICA PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN SENATI - PIURA 2016*. PIURA .
- Instalaciones y eficiencia energetica*. (Septiembre de 2019). Obtenido de <https://instalacionesyeficienciaenergetica.com/led-ahorro-energetico-en-iluminacion/>

- MINEM. (18 de Julio de 2018). *Ministerio de Energia y Minas*. Obtenido de http://www.minem.gob.pe/_detallenoticia.php?idSector=6&idTitular=8568
- MINEM. (14 de Agosto de 2019). *Ministerio de Energia y Minas*. Obtenido de <http://www.osinergmin.gob.pe/newweb/uploads/Publico/OficinaComunicaciones/EventosRealizados/Forolca/1/1%20Políticas%20de%20Eficiencia%20Energetica%20-%20Carlos%20Caceres%20DGEE.pdf>
- MINEM. (s.f.). *NORMA DE ALUMBRADO DE INTERIORES Y CAMPOS DEPORTIVOS*. Ministerio de Energía y Minas, Lima - Peru. Obtenido de http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/dge017_a1_1_1982.pdf
- MINEM. (s.f.). *NORMA TECNICA EM.010 INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES*. Ministerio de Energía y Minas, Peru. Obtenido de <http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/em.010.pdf>
- MINEM. (s.f.). *www.minem.gob.pe*. Recuperado el Septiembre de 2019, de RESOLUCION MINISTERIAL N° 091-2002-EM/VME: <http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dge/publicaciones/compendio/rm091-2002-em.pdf>
- MINEM. (s.f.). *www.minem.gob.pe*. Recuperado el Septiembre de 2019, de GUIA DE ORIENTACION PARA LA SELECCION DE LA TARIFA ELECTRICA PARA USUARIOS EN MEDIA TENSION: <http://www.minem.gob.pe/archivos/prepublicacion-zmz7973zz4.PDF>
- OSINERGMIN. (2017). *INDUSTRIA DE LA ENERGIA RENOVABLE EN EL PERU*. OSINERGMIN, Lima. LIMA: GRAFICA BIBLIOS S.A. Obtenido de http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Energia-Renovable-Peru-10años.pdf
- OSINERGMIN. (s.f.). *www.osinergmin.gob.pe*. Recuperado el Septiembre de 2019, de Reglamento de Usuarios Libres de Electricidad: http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/Decreto%20Supremo%20N%C2%B0%20022-2009-EM%20-%20Reglamento%20de%20Usuarios%20Libres%20de%20Electricidad.pdf
- ovacen. (12 de Junio de 2019). Obtenido de <https://ovacen.com/auditorias-energeticas-fases-y-desarrollo/>
- Peralta Calderon, E. R., Guterrez Camas, S. L., & Chavarría Lorío, Y. I. (2017). *Auditoria energética en el Supermercado La Colonia, del municipio de Estelí, con énfasis en autogeneración de energía en el II semestre año 2016*. Esteli - Nicaragua. Obtenido de <http://repositorio.unan.edu.ni/5444/1/17842.pdf>
- Restrepo Velasquez, J. A., & Aguilar Roldán, J. A. (2008). *www.bdigital.unal.edu.com*. Recuperado el Septiembre de 2019, de ESTIMACION DEL SOBREDIMENSIONAMIENTO EN MOTORES Y CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN EL PARQUE INDUSTRIAL SUMICOL SABANETA: http://www.bdigital.unal.edu.co/868/1/1026130662_2009.pdf
- Sanchez, E. B. (s.f.). *Modelo de Auditoria energertica en el sector Industrial*. Madrid. Obtenido de <https://e->

archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/8175/PFC_Ernesto_Budia_Sanchez.pdf;jsessionid=6B872E8D257FC50A3F018BE245A8A7D4?sequence=1

Schneider Electric. (s.f.). Recuperado el Octubre de 2019, de Varlogic NR6, NR12:
https://www.se.com/ww/resources/sites/SCHNEIDER_ELECTRIC/content/live/FAQS/230000/FA230053/es_ES/V-NR6-NR12%203653491es.pdf

Schneider Electric. (Julio de 2019). *Compensación de Energía Reactiva*. Obtenido de
https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=ESMKT01182E19_SE_compensacion-energia-2019+%28web%29.pdf&p_Doc_Ref=ESMKT01182A16

SIEMENS. (1 de Enero de 2018). *www.siemens.com.ec*. Recuperado el Octubre de 2019, de Lista de Precios - Productos Industriales Electricos:
<https://www.industry.siemens.com/home/aan/es/ecuador/Documents/lista%20de%20precios.pdf>

SIEMENS. (s.f.). *Motores Electricos*. Recuperado el Agosto de 2019, de
http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6825/mod_resource/content/1/Motores%20NNM.pdf

TELLO, G. J. (2016). *MODELO DE AUDITORIA ENERGETICA PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN SENATI - PIURA*. Obtenido de
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10090/tello_gj.pdf?sequence=1&isAllowed=y

UNIVERSIDAD DEL ATLANTICO. (s.f.). *CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA Y CONTROL DE LA DEMANDA*. COLOMBIA. Obtenido de <http://cmap.upb.edu.co/rid=1SG65ZQ3J-288GBPR-YW/factorde%20potencia.pdf>

ANEXOS



Ilustración 33: Ingreso a la Fábrica Molinera Sudamérica S.A.C.



Ilustración 34 Área del Comedor



Ilustración 35 Área de Apilado



Ilustración 36 Área de Almacén



Ilustración 37: Área Administrativa



Ilustración 38 Inicio del Proceso de Producción



Ilustración 39 Área del Proceso de Añejado



Ilustración 40 Área de Secado por Hornos



Ilustración 41 Gabinete de Distribución del Área de Producción

Empresa:
Electronorte S.A.

Página : 1/3

Fecha : 17/06/2019 18:08:46

Estado de Cuenta Corriente

Nro Servicio	26376995	Lugar	Sucursales / Lambayeque
Servicio	Energía PostPago	Estado Suministro	Retirado Definitivo
Ciente	EMPRESA MOLINERA SUDAMERICA S.A.C.	Tarifa	MT3
Direccion	Carr. PANAMERICANA NORTE Nº 779 Cerc. LAMBAYEQUE	Categoría	Importante

Periodo	Energía	Fec. Emision	Fec. Vencimiento	Fec. Pago	Número	Documento	Importe	Saldo	Estado
201810	59,177.62	05/11/2018	22/11/2018	21/11/2018 16:37:28	0025888604842	Recibo de Energía	34,293.20	0.00	Pagado
201809	128,150.83	05/10/2018	22/10/2018	21/11/2018 16:37:28	0025888480463	Recibo de Energía	52,913.20	0.00	Pagado
201808	147,560.67	05/09/2018	24/09/2018	22/10/2018 17:33:14	0025888356166	Recibo de Energía	58,796.20	0.00	Pagado
201807	205,213.20	05/08/2018	22/08/2018	24/09/2018 21:24:00	0025888232070	Recibo de Energía	77,068.80	0.00	Pagado
201806	216,674.78	05/07/2018	23/07/2018	23/08/2018 12:48:00	0025888108445	Recibo de Energía	94,916.00	0.00	Pagado
201805	165,442.74	05/06/2018	21/06/2018	24/07/2018 16:30:00	0025887984777	Recibo de Energía	61,645.90	0.00	Pagado
201805	1.00	07/06/2018	07/06/2018	07/06/2018 17:19:43	F095-00001227	Factura	296.18	0.00	Financiado
201804	83,045.01	05/05/2018	23/05/2018	21/06/2018 12:54:37	0025887861063	Recibo de Energía	41,232.60	0.00	Pagado
201803	131,592.91	05/04/2018	23/04/2018	22/05/2018 16:48:13	0025887737285	Recibo de Energía	54,709.70	0.00	Pagado
201802	135,503.73	05/03/2018	22/03/2018	20/04/2018 17:29:32	0025887613611	Recibo de Energía	55,912.50	0.00	Pagado
201801	197,778.30	05/02/2018	22/02/2018	21/03/2018 15:12:29	0025887478317	Recibo de Energía	48,394.60	0.00	Pagado
201712	143,302.67	05/01/2018	22/01/2018	21/02/2018 15:18:44	0025887355163	Recibo de Energía	54,759.30	0.00	Pagado
201711	126,244.06	05/12/2017	21/12/2017	22/01/2018 11:24:17	0025887232242	Recibo de Energía	51,794.50	0.00	Pagado
201710	100,998.76	05/11/2017	23/11/2017	21/12/2017 15:50:37	0025887109679	Recibo de Energía	43,599.70	0.00	Pagado
201709	134,891.55	05/10/2017	23/10/2017	23/11/2017 11:52:06	0025886987021	Recibo de Energía	50,950.30	0.00	Pagado
201708	197,357.89	05/09/2017	21/09/2017	21/10/2017 11:50:00	0025886865188	Recibo de Energía	65,623.80	0.00	Pagado
201707	180,550.77	05/08/2017	21/08/2017	20/09/2017 16:12:59	0025886743368	Recibo de Energía	60,230.40	0.00	Pagado
201706	173,180.33	05/07/2017	21/07/2017	22/07/2017 09:24:02	0025886621746	Recibo de Energía	58,040.90	0.00	Pagado
201705	136,756.27	05/06/2017	21/06/2017	10/07/2017 15:40:08	0025886500262	Recibo de Energía	49,556.20	0.00	Pagado
201704	146,224.49	05/05/2017	22/05/2017	20/06/2017 17:18:39	0025886378991	Recibo de Energía	60,379.70	0.00	Pagado
201704	1.00	21/04/2017	21/04/2017	21/04/2017 15:22:20	F095-00000279	Factura	3,540.00	0.00	Financiado
201703	1.00	21/04/2017	21/04/2017	21/04/2017 15:07:34	F095-00000278	Factura	296.18	0.00	Financiado
201703	92,947.86	05/04/2017	21/04/2017	22/05/2017 16:20:58	0025886257933	Recibo de Energía	41,819.20	0.00	Pagado
201702	143,260.36	05/03/2017	20/03/2017	20/04/2017 16:11:46	0025886136446	Recibo de Energía	55,311.70	0.00	Pagado
201701	159,800.79	05/02/2017	20/02/2017	20/03/2017 12:46:51	0025886015453	Recibo de Energía	73,277.00	0.00	Pagado
201612	172,563.69	05/01/2017	20/01/2017	20/02/2017 11:33:23	0025885894468	Recibo de Energía	67,220.80	0.00	Pagado
201611	162,325.29	05/12/2016	22/12/2016	20/01/2017 11:36:27	0025885773888	Recibo de Energía	79,511.70	0.00	Pagado
201610	108,901.16	05/11/2016	22/11/2016	22/12/2016 17:23:18	0025885653560	Recibo de Energía	47,050.40	0.00	Pagado
201609	154,169.25	05/10/2016	21/10/2016	22/11/2016 11:00:03	0025885533753	Recibo de Energía	58,365.00	0.00	Pagado
201608	226,267.73	05/09/2016	20/09/2016	21/10/2016 12:22:36	0025885414303	Recibo de Energía	93,423.70	0.00	Pagado
201607	222,466.37	05/08/2016	22/08/2016	20/09/2016 12:47:31	0025885287385	Recibo de Energía	91,556.80	0.00	Pagado
201606	230,830.72	05/07/2016	20/07/2016	22/08/2016 11:23:02	0025885168390	Recibo de Energía	101,819.00	0.00	Pagado
201605	191,944.94	05/06/2016	20/06/2016	19/07/2016 16:56:02	0025885049470	Recibo de Energía	84,027.70	0.00	Pagado
201604	175,619.10	05/05/2016	20/05/2016	23/05/2016 11:04:20	0025884930799	Recibo de Energía	68,349.10	0.00	Pagado
201603	149,271.53	05/04/2016	20/04/2016	21/05/2016 11:37:29	0025884812487	Recibo de Energía	63,907.70	0.00	Pagado
201602	153,815.16	05/03/2016	21/03/2016	20/04/2016 13:00:27	0025884694489	Recibo de Energía	64,161.10	0.00	Pagado
201601	213,956.92	05/02/2016	22/02/2016	23/02/2016 14:05:53	0025884576779	Recibo de Energía	100,488.20	0.00	Pagado
201512	190,071.99	05/01/2016	20/01/2016	23/02/2016 14:05:26	0025884459403	Recibo de Energía	85,296.50	0.00	Pagado
201511	180,661.73	05/12/2015	21/12/2015	20/01/2016 11:43:56	0025884342607	Recibo de Energía	69,806.60	0.00	Pagado
201510	180,030.37	05/11/2015	20/11/2015	21/12/2015 15:05:01	0025884226132	Recibo de Energía	69,429.10	0.00	Pagado
201509	193,678.81	05/10/2015	20/10/2015	20/11/2015 16:55:27	0025884110073	Recibo de Energía	85,424.60	0.00	Pagado
201509	1.00	21/09/2015	21/09/2015	21/09/2015 11:49:23	095001789	Factura	66,135.78	0.00	Financiado
201508	217,616.69	05/09/2015	21/09/2015	20/10/2015 11:09:39	0025883994137	Recibo de Energía	83,816.60	0.00	Pagado

Ilustración 42 Historial del Estado de Cuenta de Molinera Sudamérica S.A.C.

A.

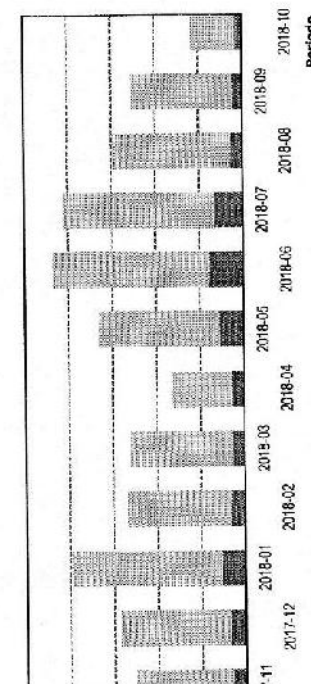
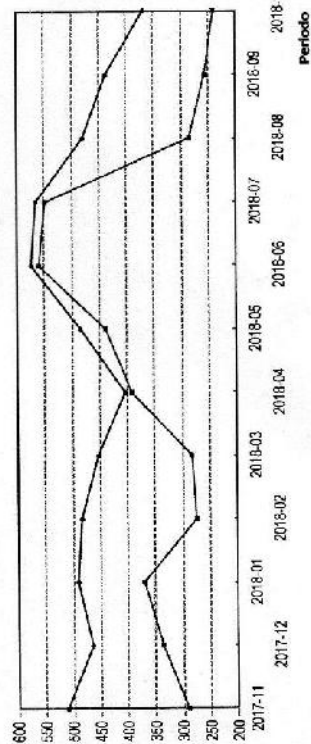
Historico de Consumos y Lecturas

Página : 1/1
Fecha : 17/06/2019 11:08:40
Usuario : Distritu251js01

Id : 26378695
Nombre : EMPRESA MOLINERA SUDAMERICA S.A.C.
Dirección : Carr. PANAMERICANA NORTE N° 779 Cerc. LAMBAYEQUE
Sector : (1324) LAMBAYEQUE
Tarifa : MT3
Recibos Deuda : 0
Serie Medidor: 00000002804627

Fecha Lectura	Us. Lect.	On Fact.	Energía Activa Total				Energía Activa Fiebra Punta				Energía Reactiva				Energía Activa Hora Punta				Energía Reactiva Hora Punta			
			Lectura	Factor Medición	Factor Transf.	Consumo	Lectura	Factor Medición	Factor Transf.	Consumo	Lectura	Factor Medición	Factor Transf.	Consumo	Lectura	Factor Medición	Factor Transf.	Consumo	Lectura	Factor Medición	Factor Transf.	Consumo
29-11-2016			0.0000	454.5450	1.0000	447,757,123.1233	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000
31-10-2016			14,831,753.9	454.5450	1.0000	58,177,662.8	2,374,261.1	454.5450	1.0000	7,943,219.7	3,268,066.4	454.5450	1.0000	9,256,717.7	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000
30-09-2016			14,831,753.9	454.5450	1.0000	128,180,826.4	2,374,261.1	454.5450	1.0000	12,444,793.0	3,268,066.4	454.5450	1.0000	35,026,000.4	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000
31-08-2016			14,831,753.9	454.5450	1.0000	147,548,670.6	2,374,261.1	454.5450	1.0000	12,444,793.0	3,268,066.4	454.5450	1.0000	35,026,000.4	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000
31-07-2016			14,831,753.9	454.5450	1.0000	205,711,203.9	2,374,261.1	454.5450	1.0000	12,444,793.0	3,268,066.4	454.5450	1.0000	35,026,000.4	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000
30-06-2016			13,743,134.6	454.5450	1.0000	216,074,783.9	2,374,261.1	454.5450	1.0000	12,444,793.0	3,268,066.4	454.5450	1.0000	35,026,000.4	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000
30-05-2016			13,743,134.6	454.5450	1.0000	185,912,743.5	2,374,261.1	454.5450	1.0000	12,444,793.0	3,268,066.4	454.5450	1.0000	35,026,000.4	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000
30-04-2016			12,902,867.2	454.5450	1.0000	83,045,007.9	2,374,261.1	454.5450	1.0000	12,444,793.0	3,268,066.4	454.5450	1.0000	35,026,000.4	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000
31-03-2016			12,902,867.2	454.5450	1.0000	171,527,011.9	2,374,261.1	454.5450	1.0000	12,444,793.0	3,268,066.4	454.5450	1.0000	35,026,000.4	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000
29-02-2016			12,902,867.2	454.5450	1.0000	185,912,743.5	2,374,261.1	454.5450	1.0000	12,444,793.0	3,268,066.4	454.5450	1.0000	35,026,000.4	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000
31-01-2016			12,902,867.2	454.5450	1.0000	197,778,302.2	2,374,261.1	454.5450	1.0000	12,444,793.0	3,268,066.4	454.5450	1.0000	35,026,000.4	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000
31-12-2017			11,637,442.1	454.5450	1.0000	143,807,674.9	2,374,261.1	454.5450	1.0000	12,444,793.0	3,268,066.4	454.5450	1.0000	35,026,000.4	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000
30-11-2017			11,637,442.1	454.5450	1.0000	126,844,013.6	2,374,261.1	454.5450	1.0000	12,444,793.0	3,268,066.4	454.5450	1.0000	35,026,000.4	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000	0.0000	454.5450	1.0000	454,545,000.0000

Ilustración 43 Historial de Consumo y Lecturas



Recibo N° 258-88604842

Lambayeque/Lambayeque

Recibo por Consumo del 01/10/2018 al 31/10/2018

Cliente: EMPRESA MOLINERA SUDAMÉRICA S.A.C.
 R.U.C.: 20479907421
 Dirección: Carr. PANAMERICANA NORTE N° 779 Cerc. LAMBAYEQUE - Lambayeque /
 Referencia: Frente a Tuberías Nicoll
 Ruta: 1324-10223-48
 Tarifa: MT3
 Medición: Media Tensión
 Tensión y SED: 10 kV / E-202875
 Sist. Eléctrico: S201 Chiclayo (ST2)
 Tipo Suministro: Trifásica-Aérea(C5.3)
 Serie Medidor:
 N° Hilos Medidor: 0
 Modalidad: Potencia Variable
 Inicio Contrato: 16/03/2018
 Término Contrato: 15/03/2020

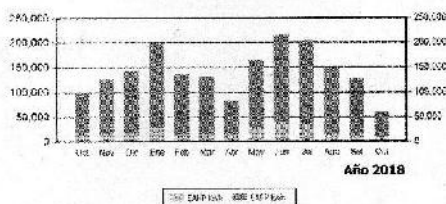
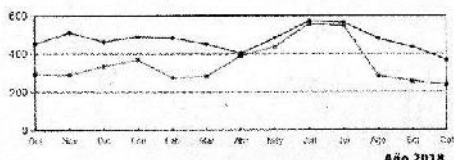
Octubre-2018

CÓDIGO 26376995

Promedio Máxima Demanda: 589.7495
 Potencia Contratada: 420.0000

Calificación Fuera de Punta Horas Punta 130

Magnitud Leída	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda
Energía Activa Total (kWh)	14,801.5820	14,931.7528	130.1805	55,177.6226
Energía Activa Hora Punta (kWh)	2,356.7710	2,374.2461	17.4751	7,943.2193
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	12,444.7910	12,557.5066	112.7156	51,234.4033
Energía Reactiva (kVArh)	3,247.9958	3,259.0954	21.1006	9,595.7177
Potencia Hora Punta (kW)	0.5965	0.6304	0.0304	241.0907
Potencia Fuera Punta (kW)	0.9025	0.8113	0.8113	358.7724
Factor Calificación: 0.1657		Fac.Medic. 454.5450		



Importe 2 Últimos Meses Facturados
 Ago 2018 S/ 587,66.20 Set 2018 S/ 529,320

HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct
SAF kWh	8681	10342	13544	17279	11939	11072	2536	17279	14801	17440	12046	17444	8734
SAF kWh	12341	15465	12681	27850	18004	14881	13387	27582	33712	37753	3965	13231	7943
PRP kWh	451917	5168813	6116066	732185	4857222	4502500	4561320	824474	773777	658335	422444	637493	352174
PRP kWh	284903	287303	131042	375405	276119	283128	381123	548856	288275	548257	285431	257642	241097

Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Cargo Fijo		6.7100	5.71
Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión			15.88
Energía Activa HP	7943.2193	0.2290	1819.30
Energía Activa FP	51234.4033	0.1861	9534.72
Por Uso Redes Distrib. FP	589.7495	12.3300	7025.07
Por Activa Generación FP	358.7724	24.9000	9182.43
Alumbrado Público (Alcaldía, S10.3/05)			846.53
Interés Compensatorio	1.0000	378.7163	378.72
SUB TOTAL			20010.63
Imp. G. al. a las Ventas			3149.54
Interés Moratorio	1.0000	41.2452	41.25
Saldo por recaudos	1.0000	-0.0100	-0.01
Redondeo		0.0500	0.05
Aporte Ley Nro. 28749	589.7495/24	0.0093	491.17
TOTAL RECIBO DE OCTUBRE-2018			34283.20
MONTO DESCARGADO			-34283.20
Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 1259.65			

Emisión 05/11/2018 Vencimiento 22/11/2018 TOTAL S/*****0.00

Su AMT es : A2027 - LS102 de SE de Potencia : LAMBAYEQUE SUR

Son : CERO Y 00/100 SOLES

(*) El Importe en letras hace referencia al total del recibo de mes de Octubre-2018. Comprobante emitido según RS-007-99 SUNA. Cap. I Art. 4, inciso 0.1.d. **** Estado Cuenta Corriente - No Visto Crédito Fiscal ****

Si realiza el pago vía transferencia bancaria debe enviar un correo a: pagosensa@distruz.com.pe Revise el estado de cuenta de su recibo en:
<http://www.distruz.com.pe/ConsultaRecibos/ConsultaRecibo.asp>
 x?empresa=2

Fecha Corte:23/11/2018

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.

Facturación: Octubre-2018
 EMPRESA MOLINERA SUDAMÉRICA S.A.C.
 Suministro: 26376995
 Dirección: Carr. PANAMERICANA NORTE N° 779
 Ruta: 1324-10223-48
 Emisión: 05/11/2018
 Vencimiento: 22/11/2018

Recibo N° 258-88604842
 Lambayeque/Lambayeque
TOTAL A PAGAR S/ ***0.00**

Ò)' 9xv\$t5 -Ó

Ilustración 44 Recibo del mes de Octubre

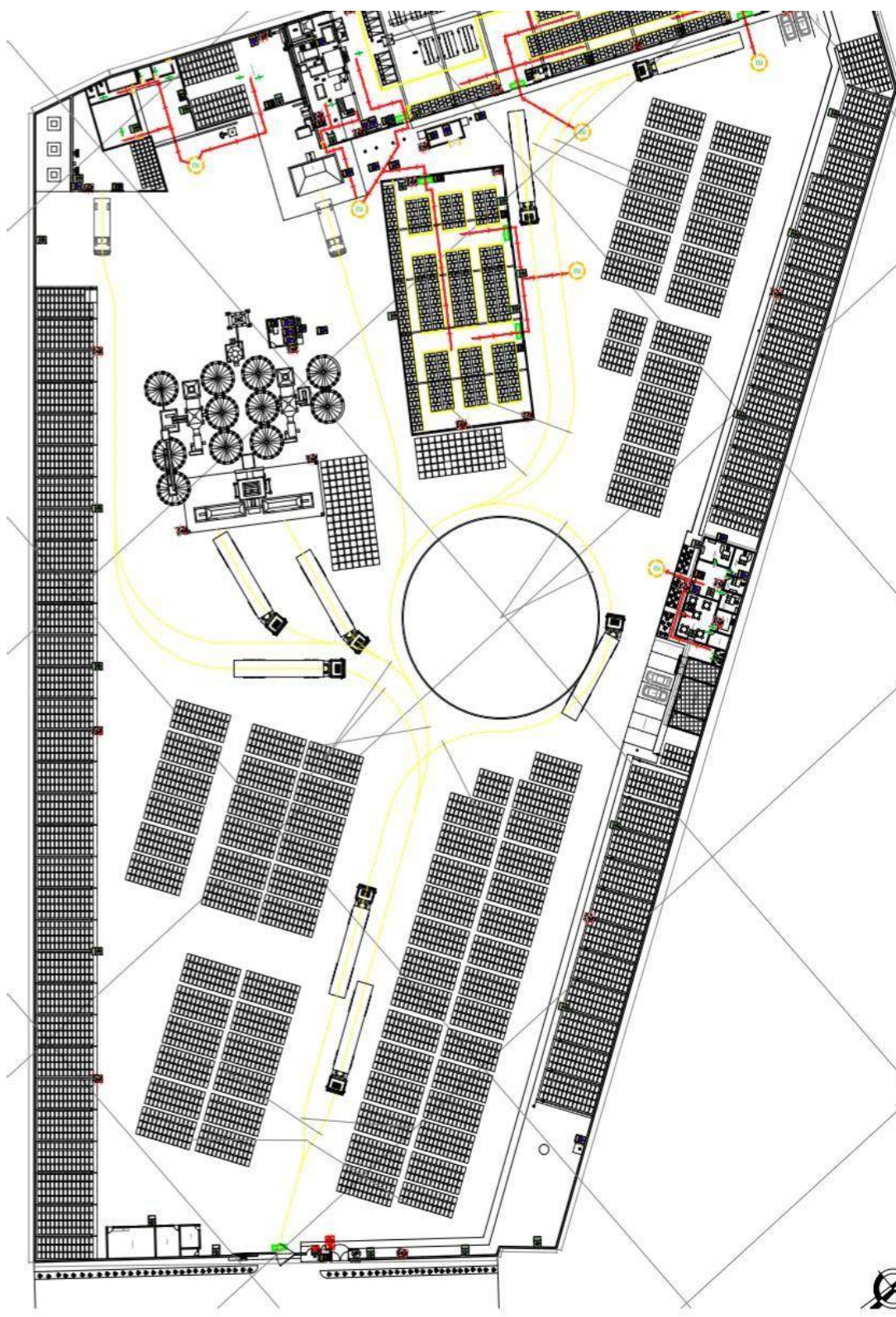


Ilustración 45 Instalaciones de fa fabrica Molinera Sudamérica SAC.