



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

**Para Optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico Electricista**

**“Disminución del consumo Energético aplicando
una Auditoria Energética en la piladora de arroz San
Pedro E.I.R.L.-Túcume”.**

Autor:

Bach. Felix David Llauce Siesquen

Asesor:

ING. M.Sc. CIP. Jony Villalobos Cabrera

Lambayeque – Perú

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

Para Optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico Electricista

“Disminución del consumo Energético aplicando una Auditoria Energética en la piladora de arroz San Pedro E.I.R.L.-Túcume”.

Presentado Por:

Bach. Felix David Llauce Siesquen

Aprobado por el Jurado Examinador

PRESIDENTE: Dr. ANIBAL JESUS SALAZAR MENDOZA -----

SECRETARIO: ING. M.S.c. AMADO AGUINAGA PAZ -----

MIEMBRO: ING. M.S.c. FREDY DÁVILA HURTADO -----

ASESOR: ING. M.Sc. JONY VILLALOBOS CABRERA -----

Lambayeque – Perú

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

“DISMINUCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO APLICANDO UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA EN LA PILADORA DE ARROZ SAN PEDRO E.I.R.L.- TÚCUME”.

CONTENIDOS:

CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.

CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

CAPITULO VII: ANEXOS.

AUTOR: Bach. FELIX DAVID LLAUCE SIESQUEN

PRESIDENTE

SECRETARIO

MIEMBRO

ASESOR

**Lambayeque – Perú
2019**

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la vida y la sabiduría durante mi vida universitaria y permitirme culminar con éxito esta investigación.

A mis padres y mis hermanos

Erasmus Llauce Sandoval y Rosaura Siesquen Zeña, Por el apoyo incondicional que me brindaron para poder alcanzar mi sueño, y mis hermanos Carlos, Cesar, José y Abelito que me brindaron confianza para emprender nuevos retos en mi vida, a mi novia Celmi Yajahuanca Romero, que ha sido la persona de gran motivación para llevar con éxito este trabajo de investigación.

Quiero aprovechar este momento para dedicarle cada minuto de esfuerzo a mi madre Rosita en el cielo, sé que de donde está siempre me iluminará y dará fuerzas para seguir adelante, gracias a sus enseñanzas y la formación que me dio, es que ahora puedo llegar hasta este gran momento de mi vida.

Bach. FELIX DAVID LLAUCE SIESQUEN

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento:

A mi familia, la cual me ha brindado el soporte en los momentos más difíciles, alimentando mis ganas de seguir adelante.

A mi asesor, el Ing. Jony Villalobos Cabrera, el cual ha sido de gran apoyo en la elaboración de esta Tesis, al haber aceptado que recurra a sus conocimientos y experiencia, además de haberme tenido la paciencia necesaria, para poder sacarme las dudas y guiarme durante todo el desarrollo de este Trabajo.

A la empresa Piladora “San Pedro E.I.R.L”. – Túcume- por haberme permitido hacer mi estudio de Proyecto, con el gran apoyo incondicional del señor Gerente Pablo Alberto Zeña de la Cruz, quien me otorgó toda su confianza y respaldo para poder llevar con éxito esta investigación.

A la Facultad de ingeniería Mecánica y eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo la cual fue la base fundamental para la adquisición de todos los conocimientos necesarios para comenzar mi vida profesional, así como a todos los buenos docentes que la conforman.

Y, por último, a todos mis amigos y compañeros de estudio de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, ya que gracias a la competitividad que demostraron, motivaron mis ganas de seguir adelante en la formación de mi carrera profesional.

Bach. FELIX DAVID LLAUCE SIESQUEN

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se presenta un Proyecto de “Disminución del Consumo Energético aplicando una auditoría energética en la Piladora “San Pedro” E.I.R.L.- Túcume, para recuperar los ingresos económicos de la empresa.

El estudio busca la competitividad de la empresa basada en la gestión de la energía eléctrica. Para ello, es necesario realizar un diagnóstico energético eléctrico para luego determinar las acciones a ejecutar sin y con inversión.

La disminución del consumo energético va demostrar los ahorros y beneficios logrados por: Gestión Tarifaria de la Energía Eléctrica, Compensación de la Energía Reactiva excesiva, implementación de líneas de distribución eficientes, implementación de luminarias eficientes, empleo de motores de alta eficiencia.

Los resultados obtenidos en la investigación se lograron a través de criterios técnicos de ingeniería, siendo necesaria también la evaluación económica mediante la aplicación de herramientas financieras como el VAN, TIR, B/C, que nos permiten evaluar la rentabilidad del Proyecto.

PALABRAS CLAVES: Consumo energético, auditoría energética, Eficiencia Energética.

ABSTRACT

In this research work, a project of “Decrease in energy consumption by applying an energy audit in the San Pedro E.I.R.L.-Tucume battery is presented,” to recover the company's economic income.

The study seeks the competitiveness of the company based on the management of electrical energy. For this, it is necessary to perform an electrical energy diagnosis and then determine the actions to be carried out without and with investment.

The decrease in energy consumption will demonstrate the savings and benefits achieved by: Tariff Management of Electric Power, Compensation of excessive Reactive Energy, implementation of efficient distribution lines, implementation of efficient luminaires, use of high efficiency motors.

The results obtained in the research were achieved through technical engineering criteria, and economic evaluation was also necessary through the application of financial tools such as VAN, TIR, B / C, which allow us to evaluate the profitability of the project.

KEY WORDS: decrease in energy consumption, applying an energy audit, Electric, Energy Efficiency.

INDICE

INDICE	8
INDICE DE TABLAS	12
INDICE DE FIGURAS	13
INTRODUCCION.	14
CAPITULO I.	
INDICE	8
CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.1. Realidad Problemática.....	15
1.2. Formulación del problema	15
1.3. Delimitación de la investigación	16
1.3.1. Datos generales del establecimiento	16
1.3.2. Ubicación.....	16
1.3.3. Descripción.....	17
1.3.4. Misión	17
1.3.5. Visión	17
1.4. Justificación e importancia de la investigación	17
1.4.1. Justificación Técnica.....	17
1.4.2. Justificación Económica.....	17
1.4.3. Justificación Ambiental	18
1.5. Limitaciones de la investigación.....	18
1.6. Objetivos de la investigación.....	18
1.6.1. Objetivo General.....	18
1.6.2. Objetivos Específicos	18
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Antecedentes del Estudio.	19
2.2. Antecedentes internacionales.	19
2.3. Antecedentes nacionales.	23
2.4. Antecedentes locales.	26
2.5. Desarrollo de la temática correspondiente al tema investigado.....	29
2.5.1. Energía Eléctrica	29
2.5.2. Eficiencia Energética	29
2.5.3. Eficiencia Energética Eléctrica	29
2.5.4. Gestión Energética	30

2.5.5. Gestión Energética Eléctrica.....	31
2.5.6. Disminución de consumo energética eléctrico.	32
2.5.7. Diagnóstico Energético Eléctrico	35
2.5.8. Beneficios que se desea alcanzar:	35
2.5.9. Objetivos:	36
2.5.10. Instrumentos para la medición de campo.....	36
2.6. Actividades de un Diagnóstico Energético	37
2.6.1. Oportunidades de disminución de energía eléctrica.....	38
2.6.2. Métodos de Evaluación Económica	40
2.7. como se calcula el índice de consumo energético.	43
2.8. Definiciones Conceptuales	43
2.8.1. Energía activa.....	43
2.8.2. Energía reactiva.....	43
2.8.3. Potencia Eléctrica	43
2.8.4. Demanda.....	44
2.8.5. Carga o potencia instalada	44
2.8.6. Precio consumo de energía	44
2.8.7. Horarios Punta.....	44
2.8.8. Horarios Fuera de Punta	44
2.8.9. Diagrama Unifilar.....	44
2.8.10. Factor de Potencia.....	45
2.8.11. Banco de Condensadores	45
2.8.12. Indicadores	45
2.8.13. Gestión	45
2.8.14. Flujo de Caja o de Efectivo	45
CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO	46
3.1. Tipo y Diseño de Investigación	46
3.2. Población y muestra	46
3.3. Formulación de la hipótesis	46
3.4. Variables - Operacionalización	46
3.5. Métodos y técnicas de investigación	48
3.5.1. Método de investigación	48
3.5.2. Técnicas de investigación.....	48
3.6. Descripción de los instrumentos utilizados.....	48
3.7. Análisis estadístico e interpretación de datos.....	49

CAPITULO IV.	50
4.1. Diagnóstico energético eléctrico en las instalaciones de la Piladora.....	50
4.1.1. Diagnóstico de la Piladora.	50
4.1.2. Organización de la empresa	51
4.1.3. Descripción de los Procesos.....	52
4.1.4. Etapas del Proceso Productivo:	52
4.1.5. Pulido	57
4.1.6. Características técnicas de operación y del sistema eléctrico	61
4.1.7. Características de gestión de la energía eléctrica.....	62
4.1.8. Inventario de equipos eléctricos	63
4.1.9. Fuente de Suministro Eléctrico	66
4.1.10. Consumo de Energía Eléctrica	66
4.1.11. Análisis Energético Eléctrico de las Instalaciones	69
4.1.12. Análisis del mayor consumidor de energía eléctrica	71
4.1.13. Análisis de eficiencia de motor eléctrico.	73
4.1.14. Análisis del Factor de Potencia.....	74
4.1.15. Análisis en Sistema de Iluminación.....	74
4.1.16. Evaluación del Índice de Eficiencia Energética Eléctrica	74
4.2. Análisis de contratos de suministro de energía mediante la selección. apropiada de las tarifas eléctricas.....	75
4.2.1. Evaluación de las áreas de oportunidad para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica.	76
4.3. Evaluación de las áreas de oportunidad para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica	77
4.3.1. Mejora de reemplazo de motor estándar por motor de alta eficiencia	77
4.3.2. Mejora del factor de potencia (compensación de energía reactiva)	78
4.3.3. Mejora en el sistema de iluminación	79
4.3.4. Mejora por Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas	81
4.3.5. Resumen de los Ahorros de Energía Eléctrica	82
4.3.6. Mejora de la Eficiencia Energética Eléctrica	83
4.4. Aplicando la Auditoria de Gestión en el Consumo energético.	83
4.4.1. Política Energética Eléctrica	83
4.4.2. Alcances de la Propuesta Estratégica	84
4.4.3. objetivos y Metas.....	85
4.4.4. Programa de gestión de eficiencia energética empresarial.	85
4.4.5. Planes de acción propuesto.....	86

4.4.6. Cronograma de acciones.....	89
4.4.7. Seguimiento y Monitoreo	92
4.4.8. Organización de la Gestión de la Eficiencia Energética Eléctrica	96
4.5. Análisis económico del proyecto	98
4.5.1. Recursos Económicos para poner en función la Auditoria.	98
4.5.2. Uso racional y eficiente de la energía eléctrica	99
4.5.3. Reducción del consumo de energía eléctrica	99
4.5.4. Cuadro Resumen de Inversión	101
4.6. Evaluación Económica de la Auditoria energética.....	101
4.6.1. Valor Actual Neto:.....	104
4.6.2. Tasa Interna de Retorno:	104
4.6.3. Relación Beneficio / Costo:.....	104
4.6.4. Periodo de Recuperación del Capital:.....	104
4.6.5. Resumen de la evaluación económica	105
CAPITULO V. CONCLUSIONES	106
5.1. Conclusiones	106
CAPITULO VI. RECOMENDACIONES	107
6.1. Recomendaciones	107
CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
CAPITULO VIII. ANEXOS.....	109
ANEXOS.....	109

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Técnicas e instrumentos en la investigación	49
Tabla 2: Potencia Eléctrica en Área de Producción	63
Tabla 3: Potencia Eléctrica en Área de Almacén	64
Tabla 4: Potencia Eléctrica en Área de Contabilidad	64
Tabla 5: Cuadro Resumen de Potencias por Áreas	65
Tabla 6: Resumen de Ahorro Económico	82
Tabla 7: Índice de Consumo Energético Eléctrico	83
Tabla 8: Programas de Gestión Energética Empresarial	86
Tabla 9: PLAN DE ACCIÓN N° 1	86
Tabla 10: PLAN DE ACCIÓN N° 2.....	87
Tabla 11: PLAN DE ACCIÓN N° 3.....	87
Tabla 12: PLAN DE ACCIÓN N° 4.....	88
Tabla 13: PLAN DE ACCIÓN N° 5.....	88
Tabla 14: Cronograma de Acciones	90
Tabla 15: Seguimiento y Monitoreo - Uso Racional y Eficiente de la Energía Eléctrica.....	93
Tabla 16: Seguimiento y Monitoreo - Reducción del consumo de energía eléctrica.....	94
Tabla 17: Inversión – Uso racional y eficiente de la energía eléctrica.....	99
Tabla 18: Inversión – Disminuir el consumo de energía eléctrica	99
Tabla 19: Resumen de Inversión (S/.) (2019 – 2023)	101
Tabla 20: Parámetros para evaluación económica del plan de gestión	102
Tabla 21: Ahorro Económico (S/.) en un periodo de 4 años	102
Tabla 22: Depreciación anual de los activos en (S/.)	102
Tabla 23: Flujo del Análisis Económico	103
Tabla 24: Resumen de evaluación económica del proyecto	105

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1: organigrama	51
Figura 2: Tolva de recepción.....	52
Figura 3: Almacén de arroz en cáscara.....	53
Figura 4: Elevador de Cangilones 1	54
Figura 5: Maquina Pre-limpieza	54
Figura 6: Elevador de Cangilones 2	55
Figura 7: Máquina descascaradora	56
Figura 8: Mesa Paddy	57
Figura 9: Calibrador de grano	58
Figura 10: Pulidora de piedra	59
Figura 11: Mesa rotatoria Vaivén	59
Figura 12: Área de almacenamiento	60
Figura 13: Diagrama del proceso del Molino “San Pedro” E.I.R.L	61
Figura 14: Diagrama de consumos de energía activa	67
Figura 15: Diagrama demanda máxima en horas fuera de punta.....	68
Figura 16: Diagrama unifilar de distribución de la energía eléctrica	69
Figura 17: Distribución de mayor consumidor de energía eléctrica	71
Figura 18: Pagos por Consumo de energía eléctrica	76
Figura19: Organigrama – creación de Comité de energía eléctrica.....	98
Figura 20: Grafica de distribución de potencias en el área de producción.....	109
Figura 21: Grafica de distribución de Potenciales en el área de contabilidad	110

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, una de las prioridades en la política energética tanto en nuestro país como en el resto del mundo es lograr el más alto grado de eficiencia en su consumo de energía.

La disminución y el uso eficiente de la energía eléctrica se sustenta en los diagnósticos energéticos y estos a su vez en las mediciones, lo que es necesario a su medición oportuna para el control efectivo de los consumos.

Este trabajo está encaminado a identificar las principales causas de consumo innecesario de energía en la producción de alimentos balanceados, teniendo como principal objetivo la disminución del consumo Energético (CE) Kilowatt - hora/saco de producto terminado producido en el mes a valores aceptables, realizando para ello una estratificación del problema y elaborando un plan de acción consistente, en el cual estarán plasmadas las acciones correctivas con sus plazos de ejecución y recursos necesarios.

Se trata de un plan a corto y mediano plazo en el que se plantean una serie de medidas en áreas del proceso productivo que profundizarán en la utilización óptima de los recursos energéticos eléctricos, contribuyendo de esta manera con el uso racional de energía eléctrica en la empresa.

CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad Problemática

La Piladora de arroz “San Pedro” E.I.R.L. ubicada en la calle Augusto B. Leguía N° 963, - Túcume, se encuentra instalada con un área de 400m² con un almacén de 5 000 sacos de arroz en cáscara por 72 kilogramos por cada saco en bruto. La Piladora cuenta con 10 motores con diferentes capacidades, consumiendo su máxima energía de 5 980,00 kW.h., y una mínima demanda de 2 725,00 kW.h. en trifásica, para producir 2 500 sacos de arroz como máximo y su mínima producción es de 1 000 sacos mensual, con 50 kg. cada saco de arroz en grano blanco.

El presente trabajo de investigación abarca el estudio de eficiencia energética en la Piladora de arroz “San Pedro” E.I.R.L.-Túcume, actualmente cuenta con un suministro de energía eléctrica proporcionado por la empresa de Electronorte S.A. que está en el pliego tarifario BT5B-Residencial y tiene un consumo mensual de promedio 3 591,4 kW.h, y paga mensual 2 672,9 pero la empresa desconoce cuánto es su índice de consumo energético y también desconoce si actualmente está haciendo buen uso de la energía o no está haciendo un buen uso de la energía donde no se pueden tomar decisiones al respecto.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo disminuir el Consumo Energético en la Piladora de Arroz “San Pedro” E.I.R.L.-Túcume?

1.3. Delimitación de la investigación

La presente investigación consiste en realizar un estudio en una auditoría energética en el sistema eléctrico en la Piladora de arroz con el propósito de disminuir su consumo energético

1.3.1. Datos generales del establecimiento

Nombre	: SAN PEDRO E.I.R.L.
Razón Social	: MOLINO SAN PEDRO E.I.R.L.
Nombre Comercial	: MOLINO "SAN PEDRO"
Tipo Empresa	: Empresario Individual de Responsabilidades Limitada.
Condición	: Activo
Fecha Inicio Actividades	: 15/03/2010.
Gerente General	: Pablo Alberto Zeña De La Cruz

1.3.2. Ubicación

La Piladora de arroz "San Pedro" E.I.R.L. ubicada en la calle Augusto B. Leguía N° 963, del distrito de Túcume, Provincia y Región de Lambayeque y presenta un área de 400 m².

1.3.3. Descripción

La empresa donde se realizará el estudio y el Proyecto de la disminución del consumo energético para aplicar la auditoria de eficiencia energética eléctrica se denomina Piladora de Arroz “San Pedro” E.I.R.L. y pertenece al sector agropecuario.

1.3.4. Misión

La Misión de la Piladora de Arroz “San Pedro” E.I.R.L. es Integrar toda la cadena productiva y comercial de arroz, innovando y asegurando productos de calidad para beneficio de nuestros clientes y colaboradores.

1.3.5. Visión

La Visión de la Piladora de Arroz “San Pedro” E.I.R.L., es ser una empresa líder en la producción de un arroz de calidad del Perú.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

1.4.1. Justificación Técnica

Esta investigación se justifica en tanto que se va a utilizar tecnología moderna para poder realizar el uso del eficiente para disminuir el consumo energético dentro de la Piladora “San Pedro” E.I.R.L. – Túcume.

1.4.2. Justificación Económica

Esta investigación se va a justificar en cuanto a disminuir el consumo energético la empresa va a obtener ahorros económicos en el no pago de los recibos de electricidad.

1.4.3. Justificación Ambiental

Se justifica por cuanto al disminuir su consumo energético, va a ser un menor uso de electricidad la cual va a conllevar que la electricidad tomada del sistema interconectado con las plantas térmicas que entran en las horas punta, ya no generen la misma cantidad de misiones.

1.5. Limitaciones de la investigación

- No se ha podido contar con los recibos de electricidad.
- No se ha podido acceder a ser tomas o muestras.
- Los motores debido al periodo de tiempo que tienen no cuentan con las placas características.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo General

Disminuir el consumo energético en la Piladora de arroz "San Pedro" E.I.R.L.- Túcume aplicando una auditoría energética.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Obtener información verídica de los consumos energéticos de la Piladora de arroz "San Pedro" E.I.R.L.- Túcume.
- Realizar los balances de energía correspondiente.
- Realizar propuestas de mejora del índice de consumo energético.
- Realizar la evaluación económica de las propuestas a implementar.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio.

2.2. Antecedentes internacionales.

NIEVES (2017-España), En su Tesis titulada: “PROPUESTA Y EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL MEDIANTE EL DESARROLLO DE EXPERIMENTOS ECONÓMICOS”. teniendo como objetivo, estudiar la eficacia de distintos métodos para disminuir el consumo energético en el sector residencial, sin reducir al mismo tiempo ni la confortabilidad de la vivienda ni el nivel de vida de sus ocupantes. Estos métodos se han aplicado del siguiente modo y concluye: **En el problema medioambiental y el factor humano.**

El problema medioambiental asociado al uso de combustibles fósiles como fuente de energía primaria (Emisión de gases de efecto invernadero, contaminación de acuíferos, gestión de los residuos, agotamiento de los recursos, dependencia de terceros países) hace necesaria la reducción del consumo energético a nivel global. Pese a ser este hecho sobradamente conocido, el consumo energético a nivel mundial no ha dejado de aumentar desde el inicio de la Revolución Industrial, al principio impulsado principalmente por los países occidentales, hoy en día por las potencias emergentes.

La persistencia del problema energético y su evidente gravedad ha impulsado a los países desarrollados a poner en marcha una serie de políticas para reducir el consumo o al menos contener su crecimiento. Estas políticas están enfocadas a los cuatro principales consumidores de energía final en el mundo: industria (54% de la energía final consumida), transportes (25%), sector residencial (14%) y sector terciario (7%). [48]. En España las proporciones son diferentes: un

34% corresponde a la industria, un 40% al transporte, un 17% al sector residencial y el 9% al sector terciario (IDAE, datos del 2008).

En los que se refiere al sector residencial, y a pesar de todo el esfuerzo realizado en la promoción del ahorro de energía y en el aumento de la eficiencia energética, las previsiones de ahorro no cuadran con los resultados obtenidos. La diferencia entre ambas se ha venido a conocer con el nombre de *brecha de la eficiencia energética*, y su existencia se achaca al factor humano y a la irracionalidad de su comportamiento.

La brecha se manifiesta principalmente a través de dos efectos, observados en multitud de ocasiones, aunque difíciles de traducir en términos monetarios. Son el efecto rebote y el efecto free-rider. Cualquier política que pretenda la reducción del consumo en términos absolutos debe tener presente el primero; cualquier política que implique un desembolso financiero debe tratar de impedir la aparición del segundo.

Algunos ejemplos de las diversas políticas relacionadas con la cuestión energética que se han aplicado hasta ahora son las siguientes: los sistemas de obligaciones de eficiencia energética, los requisitos mínimos de eficiencia energética en productos de todo tipo y edificios tanto residenciales como del sector terciario, las etiquetas de eficiencia energética, los incentivos económicos para mejora de envolturas térmicas en edificios o para la sustitución de productos de baja eficiencia energética, las campañas de concienciación en medios públicos, y la mejora en los sistemas de medición y de información al cliente final. La mayoría de estas políticas están más enfocadas al aumento de la eficiencia que a la reducción del consumo en valor absoluto. Lo primero no implica necesariamente lo segundo en un entorno en el que diariamente salen al mercado

nuevos productos consumidores de energía, y en el que no se pone ningún freno al efecto rebote. El aumento de la eficiencia energética debería entenderse como una herramienta para lograr la reducción en el consumo, no como un fin en sí misma.

Esta tesis está enfocada a la reducción del consumo absoluto en el sector residencial, obtenida principalmente mediante el cambio de comportamiento en el uso del equipamiento de ésta. A lo largo de su desarrollo, se demuestra el potencial de ahorro que se encuentra oculto en este ámbito, se prueban distintas herramientas para potenciarlo e incentivarlo, y se sugieren diversos sistemas para aplicar esas mismas herramientas a nivel de política gubernamental.

ARELLANO (2015-Ecuador), En la Tesis Titulada: “ESTUDIO Y ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL HOSPITAL IESS-IBARRA”. Teniendo como objetivo, Elaborar el balance energético e implementar alternativas de eficiencias energéticas en el sistema eléctrico en el hospital IESS – IBARRA y concluye:

- Del análisis realizado se concluye que el parámetro que se incumple en el transformador es el factor de potencia.
- La tabla de análisis de factor de potencia muestra que el transformador incumple en las fases A y C, con la regulación CONELEC 004/01, y la fase B cumple con la regulación.
- Además, el transformador está sobredimensionado en un porcentaje 57,51% esto hace que haya pérdidas en el entre hierro del transformador.

ULLOA (2015-Ecuador), En su Tesis titulada “EFICIENCIA DEL CONSUMO ELÉCTRICO EN EL SECTOR RESIDENCIAL URBANO DE CUENCA” Teniendo como objetivo, Analizar la puesta en práctica de soluciones concretas para fomentar la aplicación de estrategias eficientes ligadas al consumo de la energía eléctrica, realizando acciones que mejoren la curva de demanda y promoviendo el uso eficiente de la energía eléctrica en el sector residencial urbano de la ciudad de Cuenca y concluye:

- Mediante los procedimientos de Eficiencia Energética planteados en este trabajo de investigación, se pretende en primer lugar que las familias obtengan un ahorro considerable en el consumo de energía eléctrica y como segunda medida, que puedan ingresar como beneficiarios a la tarifa de la dignidad, generando un ambiente mucho más limpio y sobre todo pagando menos.
- En la ciudad de Cuenca, se debería incentivar al desarrollo de programas de ahorro de energía, como de eficiencia energética a los abonados del sector residencial, ya que reduce de manera significativa el impacto ambiental y mejora su economía. En Cuenca el mayor consumo de energía eléctrica se da en los sistemas de refrigeración, en los equipos de audio y video (televisión) y en iluminación, es donde se deben implementar alternativas de eficiencia energética y campañas de ahorro de energía, para disminuir el consumo.

2.3. Antecedentes nacionales.

DÍAZ (2018-), En su Tesis titulada: “PROPUESTA ESTRATÉGICA PARA MEJORAR EL ÍNDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO ELÉCTRICO EN LA PROCESADORA DE ARROZ “CRISTO MORADO” S.A.C., teniendo como objetivo: Elaborar una propuesta estratégica para mejorar el índice de consumo Energético Eléctrico en la Procesadora de Arroz “Cristo Morado” S.A.C., y concluye de acuerdo al estudio realizado para el presente proyecto, llegando a las siguientes conclusiones:

- El estudio realizado contribuye con brindarnos un mayor conocimiento referente a las oportunidades de ahorro energético eléctrico y su aplicación en la empresa Procesadora de arroz “Cristo Morado” S.A.C.
- El diagnóstico energético nos muestra con claridad que existe la posibilidad de ahorrar S/. 33 456,61 soles en la empresa a través de la mejora en sus sistemas eléctricos en el mediano plazo.
- Las mejoras identificadas, consisten en cambiar las líneas de distribución de energía eléctrica, empleo de motores eficientes, compensación de energía reactiva, sistema de iluminación eficiente, lo que producirán un ahorro de Energía Anual de 34 309,77 kW.h y de S/. 10 819,76. Esto contribuirá a mejorar la eficiencia energética eléctrica, permitiendo disminuir el Índice de Consumo Energético Eléctrico (kW.h/ Saco) de 2,97 a 2,75 que representa un 7,40% a lo largo de la implementación del Proyecto.

TAPIA & GONZALES (2017), En su Tesis Titulada: “REDUCCIÓN DEL ÍNDICE DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN UNA FÁBRICA DE HIELO EN LA CIUDAD DE CHICLAYO” Teniendo como objetivo: Reducir el índice de consumo energético a través de una Auditoría Energética en la Fábrica de Hielo “Sarita Colonia” S.A.C. y concluye:

- En la Fábrica de Hielo “Sarita Colonia” S.A.C., el índice de Consumo Energético es de 2,2764 kW.h / unidad de hielo producido, considerando que la energía que se utiliza en dicha fábrica es Energía Eléctrica la misma que es proporcionada por la empresa Electronorte S.A., con una potencia Instalada de 145,511 kW.
- Para lograr disminuir el índice de consumo energético, se ha propuesto mejorar el Sistema de iluminación, mejorar el mantenimiento de las instalaciones eléctricas y mejorar el sistema de facturación de energía eléctrica, con una inversión de S/.66 600, en un periodo de cuatro años, con lo cual se busca disminuir el Índice de Consumo Energético a 1,9 kW.h / unidad de hielo producido, valor por debajo del que recomienda la Organización Latinoamericana de la Energía (OLADE).

TALLA (2015), en su Tesis titulada: “AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA INDUSTRIA CERVECERA COMO ESTRATEGIA DE EXCELENCIA OPERATIVA”. teniendo como objetivo: Reducir el consumo de energía eléctrica en planta y concluye:

- La Energía eléctrica es uno de los recursos primordiales para el funcionamiento de una industria cervecera, por el mismo hecho que es

fundamental lo hace imprescindible de su uso, pero lo que si no implica es que sea derrochado o malgastado, el uso óptimo de este recurso significa mejoras muy provechosas para la empresa y para lograr ello se necesita encontrar la oportunidad que sea clave en el proceso y en la cual se pueda realizar alguna optimización. En esta tesis se hizo uso del análisis de Pareto realizado previa estratificación de áreas, con el cual se pudo determinar los procesos de mayor consumo de energía, obteniéndose como resultado que el área que mayor consumo de energía tiene respecto a toda la planta es Planta de Fuerza, la cual representa el 50% del consumo total de Energía Eléctrica siendo el sistema de Refrigeración su principal responsable con un 22% de participación.

- Realizar un proyecto de ahorro de energía parte con la etapa de planificación, la cual involucra analizar la situación y proponer posibles ideas para desarrollo de la propuesta a ejecutar, para ello es clave utilizar herramientas de solución de problemas; luego se realiza la ejecución de la mejora, en la cual todas las ideas ya organizadas, basadas en conceptos técnicos se plasman para obtener la oportunidad de implementarse, luego sigue el control y evaluación si los resultados son tal cual se planearon; como en este caso al hacerle seguimiento al Proyecto se pudo observar que tanto el indicador de consumo de energía como el COP disminuyeron considerablemente generando ahorros de 39 335 soles mensuales.
- Esta tesis ha permitido la formulación de un formato para ejecución de proyectos de ahorro de Energía Eléctrica, que permiten mediante el

diagrama de flujo realizado llevar a cabo una serie de pasos para la ejecución de futuros Proyectos de mejora. Si bien es cierto el Proyecto es muy específico para el sistema de refrigeración centrándose en los compresores, la metodología utilizada para encontrar la solución al problema sí es replicable ya que involucra una serie de criterios de análisis los cuales si son replicables a cualquier Proyecto que buscar generar ahorros de consumo de energía.

2.4. Antecedentes locales.

CAPITÁN (2018), en su Tesis titulada: “AUDITORIA ENERGÉTICA PARA REDUCIR LA FACTURACIÓN POR CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA ARROCERA “MOLINERA DEL CENTRO” S.C.R.L. UBICADO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, teniendo como objetivo: Realizar una auditoria energética para reducir la facturación por consumo de energía eléctrica en la industria arrocera “MOLINERA DEL CENTRO” S.C.R.L UBICADO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE y concluye:

- Se obtuvo con los datos obtenidos de las características de los equipos una potencia instalada Total 1 060,21 kW en la empresa “Molinera del Centro” S.C.R.L. Tarifaria: MT3. La potencia contratada es de 270 kW, Tensión: 10 Kv, tiene una calificación eléctrica Fuera de punta (FHP); la potencia del transformador: 630 KVA
- Luego de evaluar las opciones tarifarias para 12 meses obteniéndose en MT2 un monto de S/. 349 979,28 en MT3 S/. 310 428,78 y en MT4 S/. 316 889,34 concluyendo que la empresa “Molinera del Centro” S.C.R.L., se encuentra en la mejor opción tarifaria la cual es MT3.

- Se seleccionó motores de eficiencia PREMIUM los cuales nos permiten reducir el consumo de energía eléctrica en: 102 532,73 Kw.h/año. Lo cual se traduce en un aporte en la reducción de la facturación por consumo de energía activa.
- De los recibos se ha observado que desde marzo del 2018 se está pagando por concepto de consumo de energía reactiva, obteniéndose que el factor de potencia de empresa “Molinera del Centro” S.C.R.L., es de 0,91 por lo que se calculó la capacidad del banco de condensadores siendo esta de 68,72 kVAR

DÍAZ (2018), en su Tesis titulada: “AUDITORÍA ENERGÉTICA PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA PLANTA PROCESADORA “EL LIRIO” S.A.C. UBICADO EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA -CHICLAYO – LAMBAYEQUE, teniendo como objetivo: Realizar una auditoria energética en la Planta Procesadora de arroz “EL LIRIO” S.A.C. para disminuir el consumo de energía eléctrica y concluye:

- Se obtuvo con los datos obtenidos de las características de los equipos una potencia instalada de 177,45 kW en el proceso productivo y 16,73 kW en el área administrativa sumando 194,18 kW de potencia instalada total en la Planta procesadora de Arroz.
- La planta procesadora “El Lirio” S.A.C., se evaluó las opciones tarifarias para 12 meses obteniéndose en MT2 un monto de S/. 80 534,50, en MT3 S/. 98 346,80 y en MT4 S/. 101 080,50, concluyendo que se encuentra en la mejor opción tarifaria la cual es MT2.

- Se propone la sustitución de los motores estándar por unos motores de eficiencia PREMIUM los cuales nos permiten reducir el consumo de energía eléctrica en: 19 138 Kw.h/año.
- La capacidad del banco de condensadores para compensar la potencia reactiva es de 24,88 kVAR.

2.5. Desarrollo de la temática correspondiente al tema investigado

2.5.1. Energía Eléctrica

Es la capacidad de la electricidad para realizar un trabajo. La energía eléctrica se mide en vatios (W) por hora (h) o su múltiplo Kilo Vatios por hora (Kw.h).

La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía luminosa o luz, la energía mecánica y la energía térmica.

2.5.2. Eficiencia Energética

Implica lograr un nivel de producción o servicios, con los requisitos establecidos por el cliente, con el menor consumo y gasto energético posible, y la menor contaminación ambiental por este concepto.

2.5.3. Eficiencia Energética Eléctrica

“La eficiencia energética es el uso eficiente de la energía, de esta manera se optimizan los procesos productivos y el empleo de la energía utilizando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios”. (Chuquitarco,2012).

Dicho de otra manera, producir más con menos energía eléctrica.

[...] La disminución o ahorro de energía, su consumo responsable y el uso eficiente de las fuentes energéticas eléctricas son esenciales en todos los niveles. La importancia de las medidas de ahorro y eficiencia energética se manifiesta en la necesidad de disminuir la factura energética, restringir la dependencia energética del exterior, y disminuir la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEIs) y la compra de derechos de emisión con el objeto de cumplir los compromisos adquiridos con la ratificación del Protocolo de Kioto.

El camino hacia la eficiencia energética eléctrica en las organizaciones tiene que recorrerse adoptando estrategias encaminadas hacia:

- Reducción o disminución de la demanda energética.
- Diversidad energética.
- Máximo aprovechamiento del uso de energías disponibles.
- Innovación tecnológica.
- Autoconsumo a través de micro redes.
- Modificación de los hábitos de consumo. (Chuquitarco, 2012, p.27-32).

2.5.4. Gestión Energética

Se refiere a un conjunto de medidas técnicas y organizativas donde también se contemplan aspectos relativos al comportamiento humano, orientados al uso eficiente de la energía y por lo tanto a la eficiencia de los costos energéticos.

El objetivo que persigue la gestión energética es la reducción de los costos energéticos en la industria, a partir del uso eficiente de los recursos productivos, lo que lleva a una mejora de los consumos específicos (energía utilizada por unidad de producto), y con ello a un aumento de la competitividad del sector.

El uso eficiente de recursos energéticos, o productivos en general, “No” se opone a las metas de producción. Un plan de gestión energética, bien diseñado, debe formar parte del esfuerzo general por alcanzar un óptimo en:

- Efectividad en los costos.
- Confiabilidad de la planta.
- Calidad del producto.
- Mínimo impacto ambiental.

2.5.5. Gestión Energética Eléctrica

La gestión de la energía eléctrica se basa en la premisa de que no se puede gestionar aquello que no se puede medir. La gestión de este recurso se plasma en un procedimiento organizado de previsión y control del consumo de energía.

Su finalidad es obtener la mayor eficiencia en el suministro, conversión y utilización de la energía eléctrica, sin afectar los niveles de producción en el proceso productivo y las prestaciones necesarias para obtener niveles de confort adecuados.

Al crecer los costos de la energía eléctrica y su consumo, se hace más necesario formular acciones estratégicas resultante de un diagnóstico situacional en las instalaciones de la empresa, en el que se han detectado oportunidades de mejora que permitan ahorrar los consumos y el pago por el servicio.

2.5.6. Disminución de consumo energética eléctrico.

La disminución del consumo energético eléctrico prioriza las iniciativas más importantes para cumplir con ciertos objetivos y metas. De esta manera la disminución del consumo energético eléctrico se constituye como una especie de guía que brinda un marco o una estructura a la hora de llevar a cabo un Proyecto.

Dentro de una empresa, un Proyecto de disminución del consumo energético eléctrico, puede involucrar a distintos departamentos o áreas. El Proyecto establece quienes serán los responsables que se encargarán de su cumplimiento en tiempo y forma. Por lo general, también se incluye algún mecanismo o método de seguimiento y control, para que estos responsables puedan analizar si las acciones siguen el camino correcto.

El Proyecto propone una forma de alcanzar los objetivos que ya fueron establecidos con anterioridad, para los cuales son los Planes de Acción.

2.5.6.1. Formulación de los Planes de Acción

La formulación de los planes de acción se realizará, atendiendo los principales problemas detectados en el diagnóstico de situación, para contribuir en forma directa o indirecta al cumplimiento de los objetivos y metas establecidas en el Proyecto.

2.5.6.2. Principios que orientan la elaboración de un Plan de acción.

Para la efectividad del plan, las acciones de la disminución del consumo energético en el plan deben ser:

- **Consensuadas:** la disminución del consumo energético Aplicando una auditoría energética en la Piladora de arroz “San Pedro” E.I.R.L.– Túcume, es

una acción que debe realizarse bajo el consenso y participación de los involucrados.

- **Coherentes:** las acciones de la Auditoría energética deben guardar coherencia con lo realizado en el diagnóstico de la situación actual.
- **Operatividad:** las acciones de la Auditoría energética deben ser estructuradas: es decir, tienen que identificarse los objetivos clave que las unidades consideren prioritarios y tiene que instrumentalizarse por medio de un conjunto de acciones concretas, con determinados recursos, y responsables para llevar a cabo su ejecución. Además, se debe establecer indicadores que sirvan para valorar el cumplimiento de las acciones programadas y su seguimiento.
- **Realistas y viables:** las acciones que se formulen tiene que ser viables en el contexto en el que se plantean para poder cumplir con los objetivos establecidos.

2.5.6.3. Asignación de responsabilidades

El Proyecto debe ser ejecutado, Para ello, se precisa asignar responsabilidades y formar un equipo de trabajo encargado de impulsar y facilitar la consecución de los planes de acción. Por lo tanto, la selección y constitución del mismo es de vital importancia.

Se recomienda que el equipo esté liderado por una persona con responsabilidad dentro de la empresa, ya que esta será la persona encargada de liderar y coordinar todo el proceso.

Para la puesta en marcha y ejecución de los planes de acción, se recomienda realizar reuniones periódicas, que pueden ser mensuales o a criterio de los involucrados. Así mismo, se aconseja levantar acta de todas y cada una de las reuniones a través de la ficha “Modelo de Acta”.

Es imprescindible que exista un compromiso de todos los empleados de la empresa. El compromiso debe empezar por la Alta Dirección, que debe de asegurarse que los planes de acción se implementen, asignando los recursos necesarios (humanos, tecnológicos y económicos).

2.5.6.4. Seguimiento del Plan de Acción

El seguimiento debe realizarse en forma permanente por parte de los responsables de los procesos, permite determinar el estado de avance de las acciones programadas. A través del seguimiento se puede determinar si las acciones deben ajustarse, o si se requiere reprogramar los plazos. Un indicador o punto de control es una expresión cuantitativa o cualitativa para comprobar el grado de consecución de los objetivos establecidos previamente.

El proceso de seguimiento debe tener en cuenta un mínimo de elementos comunes para garantizar que sirve al objeto de retroalimentación del propósito:

- Todas las acciones propuestas en el objetivo, tendrán un responsable de implementación, que será también el encargado de proponer la información para el seguimiento.

- Para cada una de las acciones deberá comprobarse el cumplimiento de los plazos, la correcta utilización de los recursos asignados y el estado de los indicadores de seguimiento fijados.

2.5.7. Diagnóstico Energético Eléctrico

Es una herramienta de estudio, el cual tiene como finalidad ayudar a determinar la forma de uso de la energía eléctrica, en los diferentes sistemas eléctricos". (OLADE, 2010, p.25)

Es una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía en una instalación eléctrica consumidora de energía (En este caso una empresa prestadora de servicios educativos), proceso o sistema con el objetivo de comprender la dinámica de la energía del sistema bajo estudio. Normalmente una auditoría energética se lleva a cabo para buscar oportunidades para reducir la cantidad de energía de entrada en el sistema sin afectar negativamente la salida. (OLADE, 2010, p.54-56).

Es la aplicación de un conjunto de técnicas que permite determinar el grado de eficiencia con la que es utilizada la energía eléctrica. Consiste en el estudio de todas las formas y fuentes de energía eléctrica, por medio de un análisis crítico en una instalación consumidora de energía, para así, establecer el punto de partida para la implementación y control de un Programa de **Disminución** o Ahorro de Energía, ya que se determina dónde y cómo es utilizada la misma, además de especificar cuanta es desperdiciada.

2.5.8. Beneficios que se desea alcanzar:

Optimización del consumo energético, lo que se traduce en una importante reducción de costos.

Aumentar el tiempo de vida de los equipos, ya que se asegura que estos trabajan en las condiciones más adecuadas, evitando sobredimensionamientos o sobrecargas.

Incrementa el abastecimiento de energía eléctrica a lugares que carecen del este servicio vital.

Mayor respeto y conservación del medio ambiente, ya que, al no consumirse más energía que la necesaria, se disminuyen las emisiones de CO₂, tanto en la planta como en la producción de la electricidad consumida. Todo esto se traduce en una contribución a la mejora de la imagen de la empresa al contribuir al bienestar social.

2.5.9. Objetivos:

- Obtener información verídica de los consumos energéticos de la Piladora de arroz “San Pedro” E.I.R.L.- Túcume.
- Realizar los balances de energía correspondiente.
- Realizar propuestas de mejora del índice de consumo energético.
- Realizar la evaluación económica de las propuestas a implementar.

Disminuir el consumo de energía, sin afectar los niveles de confort de los ambientes o las prestaciones que se puedan esperar de estos.

2.5.10. Instrumentos para la medición de campo.

- Pinza Amperimétrica.
- Multímetro digital.
- Luxómetro.
- Analizador de redes.
- (OLADE, 2010).

2.6. Actividades de un Diagnóstico Energético

En sentido general, un diagnóstico comprende las siguientes actividades:

1. Reconocimiento preliminar del sistema eléctrico.

El objetivo fundamental del reconocimiento preliminar es lograr una primera aproximación al sistema en estudio, identificando el proceso productivo y/o áreas principales, las fuentes de energía, la capacidad instalada, horas de operación y los consumidores de energía. Así como conocer las facturas del suministrador de energía eléctrica.

2. Recopilación de la información.

En esta fase, se procede a tomar los datos, realizar las mediciones y registros de las mismas, con el objetivo de conocer la distribución de energía en las diferentes áreas del proceso productivo.

3. 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.

4. 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 consecuentes, el potencial de disminuir energía eléctrica.

5. Determinación de oportunidades de disminuir energía.

Significa determinar los potenciales de disminuir energía por equipos, 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 términos de costos.

2.6.1. Oportunidades de disminución de energía eléctrica

2.6.1.1. Elección de Una Opción Tarifaria:

De acuerdo a la política Tarifaria del país, en el Perú se tiene diez opciones tarifarias; cada tipo de tarifa tiene diversos indicadores de facturación, dependiendo además de las Horas Punta y Horas Fuera de Punta; las Horas de Punta son consideradas al período de 18:00 a 23:00 horas y el período de Integración de la Máxima Demanda y Energía es de 20 minutos. Los usuarios podrán elegir libremente cualquiera de las opciones tarifarias, teniendo en cuenta el sistema de medición que exige la respectiva opción tarifaria y dentro del nivel de tensión que le corresponde.

Los usuarios se clasifican en cliente regulado y cliente libre:

- a) Cliente Regulado.** - Para usuarios con demanda mensual menores a 200 kW, los precios son regulados por OSINERGMIN.
- b) Cliente Libre.** - Pueden acceder al rubro de "Cliente Libre", todos los usuarios cuyo consumo de potencia sea mayor a los 2 500 kW. Este tipo de usuarios pueden negociar directamente con las distintas empresas distribuidoras y generadoras de energía, llegando a establecer contratos de suministro eléctrico con precios unitarios ventajosos.

c) Cliente Libre – Regulado. - Son aquellos usuarios con demanda entre 200 kW a 2 500 kW puede escoger entre ser usuario del mercado libre o del mercado regulado.

2.6.1.2. Control del Factor de Potencia

El control del factor de potencia se realiza a través de la compensación reactiva. La demanda de potencia reactiva se puede reducir sencillamente colocando condensadores en paralelo a los consumidores de potencia inductiva Q_L . Dependiendo de la potencia reactiva capacitiva Q_C de los condensadores se anula total o parcialmente la potencia reactiva inductiva tomada de la red. A este proceso se le denomina compensación reactiva.

El control del factor de potencia a través de la instalación de capacitores:

- Elimina los cargos por concepto de energía reactiva, es decir menor costo de energía eléctrica.
- 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 pasaba a través de transformadores, alimentadores, tableros y cables.

2.6.1.3. Eficiencia en la Iluminación

La sustitución de la iluminación fluorescente por lámparas de bajo consumo, además del correspondiente ahorro en iluminación, disminuye la cantidad de calor emitido, tanto en la propia lámpara como en los transformadores auxiliares en el caso de las halógenas, ahorrando por tanto también en coste del aire acondicionado.

2.6.1.4. Empleo de Motores de Alta Eficiencia

En los países de Latino América, se estima que aproximadamente, un 70% de la energía corresponde a los sistemas de fuerza (Motores eléctricos en general) debido en gran parte a la antigüedad y las barreras que han limitado una modernización de estos importantes equipos. (*Fuente: Procobre*)

Los principales beneficios de invertir en motores de alta eficiencia son:

- Ahorro por el consumo de la energía eléctrica, lo que implica menores costos de operación, menores cargos por demanda máxima.
- Menores pérdidas en vacío.
- Mayor vida útil de aislamiento.
- Mayor confiabilidad.
- Reducción de costos de mantenimiento.
- Utilización de nuevas tecnologías.

2.6.2. Métodos de Evaluación Económica

Existen muchos métodos para la evaluación de proyectos, aunque los mas de consideración son el valor del dinero en el tiempo al analizar los beneficios y costos esperados durante la vida útil del Proyecto.

2.6.2.1. Valor Actual Neto (VAN)

El valor Actual Neto (VAN) llamado también Valor Presente Neto, es una técnica que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del Proyecto.

La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = -K_0 \sum_{i=1}^n \frac{F e_i}{(1 + D)^i}$$

Donde:

K_0 : Inversión o capital inicial.

Fc_i : Flujo de caja en el año i .

D : Tasa de Descuento.

n : número de periodos.

Si el resultado de la evaluación:

$VAN > 0$; el Proyecto es aceptado

$VAN < 0$; el Proyecto es rechazado

2.6.2.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR), es aquella tasa de descuento para la cual el Valor Actual Neto resulte ser igual a cero, es decir, es aquella tasa de

retorno donde los costos igualan a los beneficios y por lo tanto representa el tipo de interés o rendimiento que los beneficios que se van obteniendo de haber realizado la inversión del proyecto, solamente cubren dicha inversión y por lo tanto no se obtiene ninguna utilidad.

$$0 = -K_0 \sum_{i=1}^n \frac{F e_i}{(1 + D)^i}$$

Como se puede observar, esta ecuación no se puede resolver directamente, sino que se requiere de un análisis iterativo para obtener el valor de la TIR.

En nuestro caso se utilizará el paquete informático Excel.

El criterio general para saber si es conveniente realizar un Proyecto es el siguiente:

TIR > i, realizar el Proyecto.

TIR < i, no realizar el Proyecto.

TIR = i, el inversionista es indiferente
entre realizar el proyecto o no.

2.6.2.3. Relación Beneficio / Costo (B/C)

La relación Beneficio / Costo (B/C), es el cociente del valor presente de los beneficios entre el valor presente de los costos (ambos a una misma tasa de descuento) generados por el Proyecto a lo largo de su horizonte. Su ecuación es la siguiente:

$$B/C = \frac{VPNB}{VPNC}$$

Donde:

VPNB: Valor Presente Netos de los Beneficios.

VPNC: Valor Presente Netos de los Costos.

VPNC: Valor Presente Netos de los Costos.

Si el resultado de la evaluación:

$B/C > 1$; el Proyecto es rentable

2.7. como se calcula el índice de consumo energético.

¿Sabes **cómo calcular el consumo** eléctrico de tus equipos eléctricos? Presta atención, aquí te mostramos cómo hacer el cálculo. Lo primero que tenemos que saber es cuántos watts de potencia tiene el artefacto y multiplicarlo por la cantidad de tiempo en uso. La fórmula es la siguiente:

$$\text{Potencia} \times \text{Tiempo} = \text{Consumo (energía consumida)}$$

2.8. Definiciones Conceptuales

2.8.1. Energía activa

Energía capaz de producir trabajo, se mide normalmente en kilowatt-hora (kW.h).

2.8.2. Energía reactiva

Energía requerida por algunos equipos eléctricos, para mantener flujos magnéticos. Esta energía no produce trabajo útil y se mide normalmente en kilo Volt-Ampere reactivos hora (kVARh).

2.8.3. Potencia Eléctrica

Es la cantidad de energía requerida en una unidad de tiempo. La unidad comúnmente utilizada es el kilowatt (kW).

2.8.4. Demanda

Para efectos tarifarios, se entiende como la potencia media integrada sobre un intervalo de tiempo de 20 minutos. La demanda contratada corresponde a la potencia que la distribuidora de energía coloca a disposición del cliente, de acuerdo a los términos del contrato establecido.

2.8.5. Carga o potencia instalada

Corresponde a la suma de las potencias de todos los equipos existentes en una instalación. Toda esta carga podría ser utilizada por la instalación en algún instante.

2.8.6. Precio consumo de energía

Precio cobrado por cada kW.h consumido por el cliente. Estos precios varían dependiendo de la tarifa contratada por el cliente y de la ubicación geográfica.

2.8.7. Horarios Punta

Período definido entre las 18 y 23 horas, que se aplica durante todos los meses del año. Estos corresponden a los periodos de mayor consumo energético a nivel país y donde los precios por concepto de demanda son muy altos.

2.8.8. Horarios Fuera de Punta

Resto del tiempo que no corresponde a horarios punta. Los precios por concepto de demanda fuera de punta son inferiores a aquellos correspondientes a horas punta.

2.8.9. Diagrama Unifilar

Un esquema o diagrama unifilar es una representación gráfica de una instalación eléctrica o de parte de ella.

2.8.10. Factor de Potencia

El factor de potencia es indicativo de la eficiencia con que se está utilizando la energía eléctrica para producir un trabajo útil. Se puede definir como el porcentaje de la relación de la potencia activa (KW) y la potencia aparente (KVAR).

2.8.11. Banco de Condensadores

Es un sistema que absorbe la energía reactiva originada en los motores y transformadores, reduciendo el registro de consumo de la misma y representando un ahorro en la facturación de energía reactiva del suministro.

2.8.12. Indicadores

Son guías para dar seguimiento al cumplimiento de las acciones desarrolladas, se elaboran tomando en cuenta los objetivos.

2.8.13. Gestión

Coordinación de todos los recursos disponibles para conseguir determinados objetivos, implica amplias y fuertes interacciones fundamentalmente entre el entorno, las estructuras, el proceso y los productos que se deseen obtener.

2.8.14. Flujo de Caja o de Efectivo

Es una herramienta que posibilita anticipar los saldos en dinero de una empresa a partir de los ingresos y egresos proyectados para un período determinado.

CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

El diseño para el presente estudio está clasificado de la siguiente manera:

No- Experimental, Prospectivo-Transversal

- **No-Experimental**, porque no se manipulan deliberadamente variables, se observa fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para luego analizarlos.
- **Prospectivo**, porque intenta predecir un posible escenario futuro.
- **Transversal**, porque se limita a la toma de datos en un único momento de tiempo

3.2. Población y muestra

En el presente trabajo de investigación es una muestra poblacional es decir la muestra es igual a la población y está constituida por las instalaciones eléctricas y equipos que consumen electricidad en la Piladora de arroz “San Pedro” E.I.R.L.-Túcume.

3.3. Formulación de la hipótesis

Aplicando la auditoria energética en la Piladora de arroz “San Pedro” E.I.R.L. – Túcume, se disminuirá el consumo energético.

3.4. Variables - Operacionalización

Para probar el estudio de investigación se determinaron dos variables para la operacionalización:

- **Variable independiente:** La auditoría energética.
- **Variable dependiente:** consumo energético.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independiente: La auditoría energética	Conjunto de acciones (Gestión adecuada) que tienden a hacer más eficiente el consumo de energía sin menoscabo de la calidad del servicio obtenido por el uso de esta (Tamayo, 2003, p.12).	Cantidad de energía eléctrica medida en kW.h que se utiliza de manera eficiente u optima a costos y gastos mínimos.	Normas y reglamentos. Requerimiento Energético (Carga Instalada) Consumo diario Despilfarro	Corriente Tensión Potencias Frecuencia Factor de potencia Iluminancia	Razón o Proporción
Dependiente: consumo energético.	Cantidad de energía eléctrica medida en kWh que se utiliza de manera eficiente u optima a costos y gastos mínimos (Tamayo, 2003, p.13.).	Reducción de la facturación mensual, eficiencia energética, simulación en otros pliegos tarifarios	Calidad de la energía eléctrica Factor de potencia Eficiencia de los sistemas de iluminación	Facturación mensual Simulación en pliegos tarifarios	Ordinal Intervalo

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Métodos y técnicas de investigación

3.5.1. Método de investigación

Para el presente trabajo, utilizamos el método inductivo, que obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares. Se trata del método científico más usual, en el que pueden distinguirse cuatro pasos esenciales: la observación de los hechos para su registro; la clasificación y el estudio de estos hechos; la derivación inductiva que parte de los hechos y permite llegar a una generalización; y la contrastación.

3.5.2. Técnicas de investigación

Las técnicas a ser utilizadas están en función a las etapas del proceso de desarrollo del Proyecto.

3.5.2.1. Técnica de recolección de datos

- **Toma de Datos:** del sistema eléctrico de la Planta Piladora de Arroz “San Pedro” E.I.R.L para establecer las condiciones técnicas en las que se encuentra el consumo de Energía Eléctrica.
- **Observación:** de las facturas mensuales por concepto de ahorro de energía eléctrica de la Piladora de Arroz “San Pedro” E.I.R.L.

3.6. Descripción de los instrumentos utilizados

Los instrumentos sirven para recoger los datos de investigación, lo que permite operativizar a la técnica, es así, como un instrumento es un recurso metodológico que se utiliza para obtener, registrar o almacenar los aspectos relevantes de la investigación.

Tabla 1: Técnicas e instrumentos en la investigación

Técnicas e instrumentos en la investigación	
Técnica	Instrumentos
Toma de datos	- Ficha de toma de datos
Observación	-Ficha de Observación.

Fuente: Elaboración propia

3.7. Análisis estadístico e interpretación de datos

Los datos obtenidos para el desarrollo del presente trabajo son los elementos que se sometieron a estudio, análisis e interpretación. La interpretación de datos es una de las etapas más importantes, porque se proyecta en las conclusiones. La información que se obtuvo para el desarrollo del presente proyecto se presenta en forma de tablas y gráfico de barras, utilizando el MS Excel 2013, gracias a ello se ha podido determinar y dar posibles respuestas al problema planteado.

CAPITULO IV.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Diagnóstico energético eléctrico en las instalaciones de la Piladora de Arroz “San Pedro” E.I.R.L.

4.1.1. Diagnóstico de la Piladora.

La Piladora de arroz “San Pedro” E.I.R.L. ubicada en la calle Augusto B. Leguía # 963, - Túcume, se encuentra instalada con un área de 400 m² con un almacén de 5 000 sacos de arroz en cascara por 72 kilogramos por cada saco en bruto. La Piladora cuenta con 10 motores con diferentes capacidades, consumiendo su máxima energía de 6 691,00 Kw.h, y una mínima demanda de 2 658,00 Kw.h en trifásica, para producir 2 500 sacos de arroz como máximo y su mínima producción es de 1 000 sacos mensual, con 50 kg. cada saco de arroz en grano blanco.

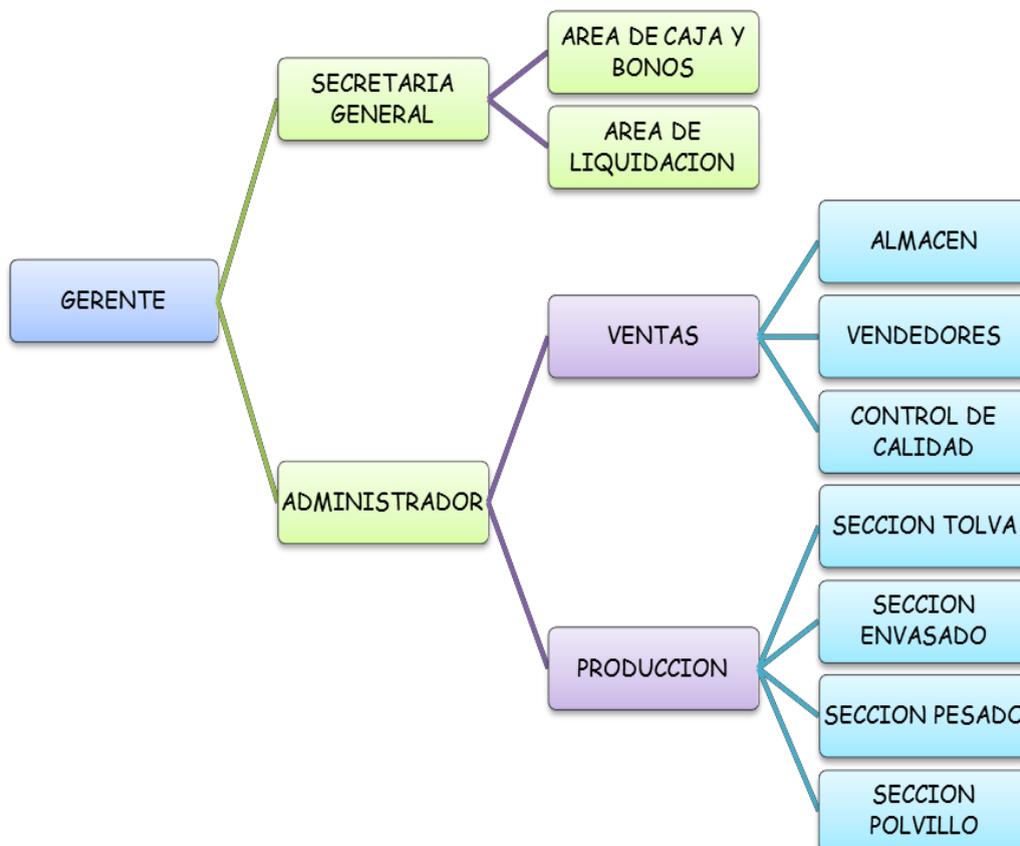
El presente trabajo de investigación abarca el estudio de eficiencia energética en la Piladora de arroz “San Pedro” E.I.R.L.-Túcume, actualmente cuenta con un suministro de energía eléctrica proporcionado por la empresa del Electronorte S.A. que está en el pliego tarifario BT5B-Residencial y tiene un consumo mensual de promedio 2 994,25 Kw.h, y paga mensual 2 226,65 pero la empresa desconoce cuánto es su índice de consumo energético y también desconoce si actualmente está haciendo buen uso de la energía o no está haciendo un buen uso de la energía donde no se pueden tomar decisiones al respecto.

4.1.2. Organización de la empresa

Piladora de Arroz “San Pedro” E.I.R.L. está organizada de la siguiente manera.

- Gerencia
- Secretaría General
 - Área de Caja y Bonos
 - Área de Liquidación
- Administración
 - Área de Producción
 - Área de Venta

Figura 1: organigrama



Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Descripción de los Procesos

El proceso principal en la empresa es el Pilado de Arroz, el cual se realiza en su totalidad en la Planta de Producción y consta de las siguientes etapas:

El horario de trabajo en la planta es: 8:00 am. a 1:00 pm – 3:00 pm a 06:00 pm.

Materias primas utilizadas

- Arroz

4.1.4. Etapas del Proceso Productivo:

a) Recepción

El arroz cáscara es transportado en camioneta desde los centros de acopio hasta la planta de proceso donde se descarga en la tolva de recepción o se dispone un espacio para almacenarla hasta su turno de proceso, en esta etapa se toma muestra de la materia prima que se está decepcionando para su posterior análisis, evaluación de su calidad y humedad, así como el pesado del mismo.

Figura 2: Tolva de recepción



Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Almacén de Arroz en Cáscara



Fuente: Elaboración propia

b) Pre – Limpieza

El arroz recepcionado pasa a través de un **Elevador de Cangilones 1**, a la máquina de **Zaranda Pre Limpiadora**, donde se separará las impurezas mayores, grano vano y polvo. Separador magnético: Que impide el pasaje de las partículas de fierro, como tuercas, clavos, trozos de alambre, que pueden estropear el resto de la maquinaria por donde debe pasar el arroz en cáscara.

Este arroz pre limpiado es enviado a través de un **Elevador de Cangilones 2** a uno de los silos de la **Descascaradora** de fondo cónico para su almacenamiento y posterior procesamiento.

Figura 4: Elevador DE Cangilones 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 5: Maquina Pre-LIMPIEZA



Fuente: Elaboración propia

c) Descascarado

En esta operación el objetivo es retirar la cascarilla que cubre al grano, para ello se usará una máquina denominada “descascaradora” que actúa sobre el grano usando dos rodillos que giran a gran velocidad mientras el flujo de grano pasa entre ellos. Debido a la etapa secado a 13% de humedad el grano está hinchado y por ello su cáscara está floja y será más fácil de retirar.

El producto de esta etapa contiene el grano descascarado (Arroz Integral), Cascarilla y algo de arroz en cáscara. A esta etapa ingresa también un retorno de la separación gravimétrica constituida casi totalmente por arroz cáscara (96%).

Figura 6: Elevador de Cangilones 2



Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Máquina Descascaradora



Fuente: Elaboración propia

d) Separación

- **Cascarilla**

Para separar la cascarilla se usan equipos llamados **Aventadores (Ventiladores de tiro forzado)** que por aspiración separan la cascarilla producida en el descascarado dejando libre una mezcla de arroz integral y paddy, que pasará a la etapa de separación gravimétrica; dicha mezcla tiene un nivel de descascarado de 93%. En la sección de aspirado, el arroz descascarado es separado de las cáscaras, los granos inmaduros y el arroz marrón. Las cáscaras son succionadas fuera de la máquina por un ventilador y los granos inmaduros son descargados fuera de la máquina a través de un conducto hacia el silo de pajilla.

- **Mesa Paddy**

El arroz descascarado (93%) pasa a la Mesa Paddy, que a través de la diferencia de peso específico entre el “arroz paddy” y el “arroz moreno”, realiza la operación de separación entre estos, conduciendo el grano sin cáscara (arroz moreno) al blanqueador y el arroz paddy, granza o arroz con cáscara (96%), nuevamente a la descascaradora a través del **Elevador de Cangilones 2**.

Figura 8: Mesa Paddy



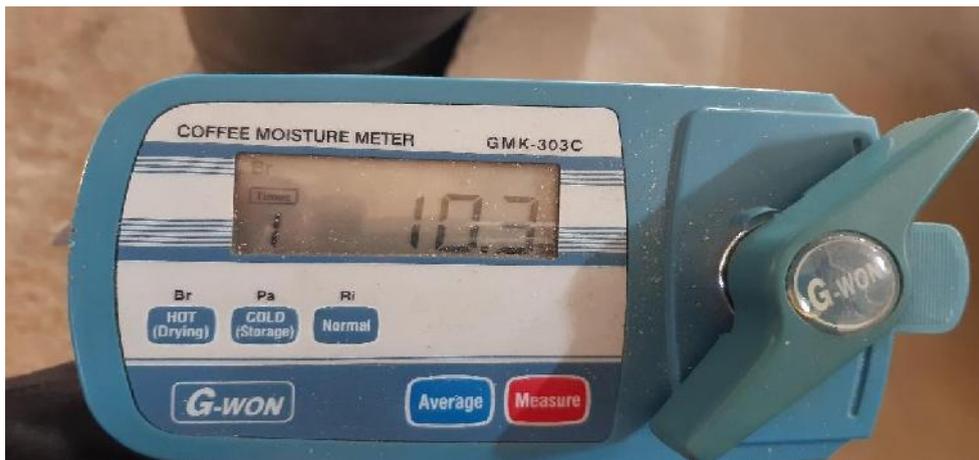
4.1.5. Pulido

A esta etapa ingresa la corriente de arroz integral a través del **Elevador de Cangilón 3** para ser pulido, aquí se obtiene el polvillo o afrechillo como subproducto y una corriente de arroz pulido que representa la producción directa del lote. Usaremos **Tres Máquinas** destinadas para este fin:

- Primero ingresará el flujo de arroz integral a un **Calibrador de Granos**, los que no son requeridos para este proceso son pasados al **Elevador de Cangilón**
- Segundo usaremos **Pulidora**, la cual tiene una piedra esmeril, con la que realizará el pulido por abrasión, removiendo polvillo de las capas externas del grano integral.

- Posteriormente el arroz se dirige hacia la tolva de almacenamiento (arroz pilado), para luego ser clasificado. Para retirar el polvillo de cada máquina pulidora se usa la succión desde el pulido, enviándolo hasta ciclones o silos de polvillo donde es recuperado, pesado y envasado.

Figura 9: Calibrador de Grano



Fuente: Elaboración propia

Figura 10: Pulidora de piedra



Fuente: Elaboración propia

e) Clasificación

En esta fase consiste en separar el arroz quebrado de arroz entero, esta clasificación se realiza en la **Mesa Rotatoria Vaivén** (Zaranda) en donde se separa el ñelen del arroz, en esta mesa se separa arroz entero con los diferentes tamaños.

Figura 11: Mesa Rotatoria Vaivén



Fuente: Elaboración propia

f) Embazado.

En esta operación se da la presentación final al producto que puede ser mediante el uso de balanzas y maquinas cosedoras en sacos de 49 kilos o menos. En conclusión, la etapa del envasado depende del tipo de mercado al que este dirigido este producto, y por ello puede usar tecnología muy variada brindándole al producto nivel y calidad de presentación.

g) Almacenaje

El almacenamiento se realiza en un lugar libre de agentes contaminantes, fresco, limpio y protegido que garanticen la calidad del producto hasta al tiempo en que van a ser transportados.

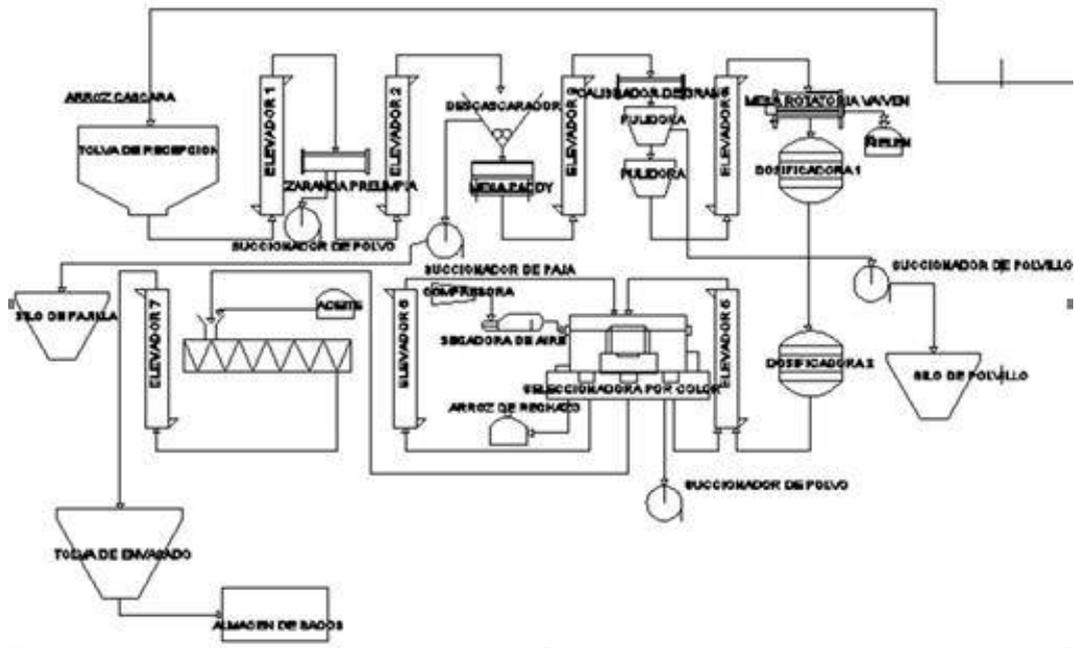
Figura 12: Área de Almacenamiento



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se muestra el Diagrama de Operaciones (DOP), del proceso principal de la empresa: “Elaboración del Producto”.

Figura 13: Diagrama del Proceso del Molino “San Pedro E.I.R.L”



Fuente: Elaboración propia

4.1.6. Características técnicas de operación y del sistema eléctrico

El objetivo fundamental de esta etapa fue lograr una primera aproximación al sistema en estudio, mediante un estimado preliminar de consumos de energético en las operaciones, y la identificación del potencial de disminuir el consumo energético. El reconocimiento preliminar sirvió para detectar:

La alimentación de Energía Eléctrica principal de la Piladora se obtiene de la red suministrada por la empresa concesionaria eléctrica Electronorte S.A. con las siguientes características:

- opción Tarifaria : BT5B – Residencial.
- Modalidad de Facturación : Potencia Variable

- Código del suministro : 27821587
 - Potencia Contratada : 3.00 KW.
 - Tipo de conexión : Trifásica – Aérea
 - Tensión y SED : 220V-BT/D-270635
- En las instalaciones existe un transformador de 250 kVA, que transforma la tensión de 10/0,380 kV – 60Hz para sistema de fuerza motriz y de 220v/60Hz para el sistema de alumbrado y tomacorrientes.
 - La empresa tiene una opción tarifaria tipo BT5B-Residencial (en media tensión) recibiendo tensión en 10 kV trifásica, con modalidad de trabajo fuera de horas punta.

4.1.7. Características de gestión de la energía eléctrica

Las características generales sobre la gestión de la energía eléctrica en la Piladora son:

- No llevan ningún tipo de medición de consumos ni registros de demanda máxima, solo la información proporcionada en la facturación mensual de su suministrador Electronorte SA.
- Tenían por prioridad el cumplir con las metas de producción, pero sin ninguna precaución en cuanto a sus consumos energéticos.
- Falta de una buena gestión, se tenía un pago excesivo por electricidad, tanto por una mala negociación con el suministrador eléctrico como malas costumbres de consumo y falta de un sistema de monitoreo centralizado que automatice un control de demanda máxima eléctrica y consumos energéticos.

- En cuanto a mejoras en eficiencia energética no tiene un Proyecto de Gestión Energética eléctrica implementada, no existe un método de control de consumos eléctricos, se consume empíricamente, lo que hace que se esté desperdiciando energía eléctrica.

4.1.8. Inventario de equipos eléctricos

Se muestra la distribución de cargas eléctricas instaladas en potencia eléctrica por áreas de trabajo. La descripción de los equipos se ha realizado de acuerdo a las etapas del proceso productivo cuyos datos de potencia eléctrica de cada equipo por áreas de trabajo se puede observar a continuación.

Tabla 2: Potencia Eléctrica en Área de Producción

1. AREA: PRODUCCIÓN			
DENOMINACION	CANTIDAD MOTORES	POTENCIA INDICADA	TOTAL (kW)
		kW	
ETAPA DE PRE-LIMPIEZA			
ELEVADOR POR CANGILONES 1	1	2,2	2,2
ZARANDA PRE-LIMPIADORA	1	4,9	4,9
			7,1
ETAPA DE DESCASCARADO			
ELEVADOR POR CANGILONES 2	1	2,2	2,2
DESCASCARADORA	2	5,225	10,45
			12,65
ETAPA DE SEPARACIÓN			
MESA PADDYY	1	3,73	3,73
ELEVADOR POR CANGILONES 3	1	2,2	2,2
			5,93
ETAPA DE PULIDO			
PULIDORA	1	36,8	36,8
SUCCIONADOR DE POLVILLO	1	18,7	18,7
			55.5
ETAPA DE CLASIFICACIÓN			
ELEVADOR POR CANGILONES 4	1	1,1	1,1

MESA ROTADORA VAIVEN	1	1,5	1,5
			2,6
ETAPA DE SELECCIÓN POR COLOR			
	ILUMINACION		0,83
	OTRAS CARGAS *		0,11
TOTAL 1			0.94

2. ETAPA DE SECADO			
DENOMINACION	CANTIDAD MOTORES	POTENCIA INDICADA	TOTAL (kW)
		kW	
ETAPA DE PRE-LIMPIEZA			
ZARANDA PRE-LIMPIADORA	3	3,5	10,5
TOTAL 2			10,5

TOTAL=T1+T2			11,44
--------------------	--	--	--------------

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Potencia Eléctrica en Área de Almacén

2. AREA: ALMACEN			
DENOMINACION	CANTIDAD	POTENCIA (W)	TOTAL (kW)
LUMINARIAS	10	40	0,8
TOTAL			0,8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Potencia Eléctrica en Área de Contabilidad

3. AREA: CONTABILIDAD			
DENOMINACION	CANTIDAD	POTENCIA (W)	TOTAL (kW)
LUMINARIAS	16	40	0,64
TV	2	150	0,3
OTROS			0,5
TOTAL			1,44

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta un cuadro resumen.

Tabla 5: Cuadro Resumen de Potencias por Áreas

AREA: PRODUCCIÓN	
ETAPAS	TOTAL (kW)
ETAPA DE PRE-LIMPIEZA	7,1
ETAPA DE DESCASCARADO	25,15
ETAPA DE SEPARACION	7,41
ETAPA DE PULIDO	92,67
ETAPA DE CLASIFICACION	4,82
ILUMINACION	0,83
OTRAS CARGAS	0,11
TOTAL 1	138,09

AREA: CONTABILIDAD	
DENOMINACION	TOTAL (kW)
LUMINARIAS	0,64
TV	0,3
OTROS	0,5
TOTAL 2	1,44

AREA: ALMACEN	
DENOMINACION	TOTAL (kW)
LUMINARIAS	0,8
TOTAL 3	0,8

POTENCIA INSTALADA (kW)	140,33
--------------------------------	---------------

4.1.9. Fuente de Suministro Eléctrico

El suministro eléctrico es en media tensión, con las siguientes características:

- Compañía distribuidora: ELECTRONORTE SA
- Calificación: CLIENTE FUERA DE PUNTA:
- Tipo de Contrato: TARIFA – BT5B-Residencial.
- Tensión acometida: TRIFÁSICO 10KV/380 V
- Potencia contratada: HFP: 250 kW; HPP:3 kW

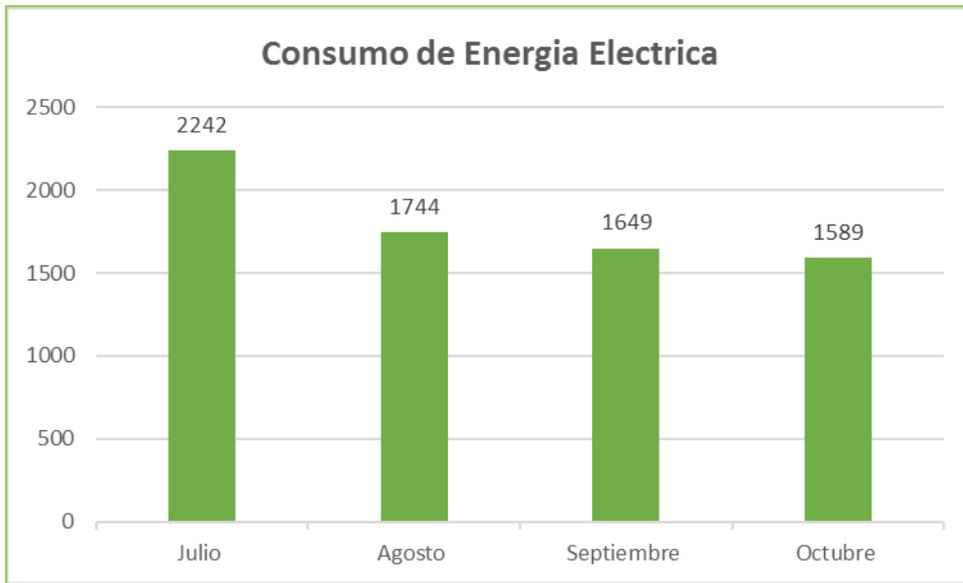
Se considera Horas Presentes en Punta (HPP) a las comprendidas entre las 18:00 y 23:00 y Horas Fuera de Punta (HFP) al resto de horas del día no comprendidas en las Horas de Punta (HPP).

4.1.10. Consumo de Energía Eléctrica

4.1.10.1. Energía Activa:

Según datos tomados de los registros de consumo de ELECTRONORTE SA, el consumo energético mensual correspondiente al período julio a octubre del 2019 (*ver Figura 14*).

Figura 14: Diagrama de consumos de energía activa



Fuente: Elaboración propia

A. El promedio mensual del consumo energético es de 2,994.25 kW.h.

4.1.10.2. Máxima Demanda:

Se efectuaron mediciones de Máxima Demanda obteniéndose un valor promedio de 143,58 kW en Horas Fuera de Punta (*Figura 15*).

Figura 15: Diagrama Demanda Máxima en horas fuera de punta

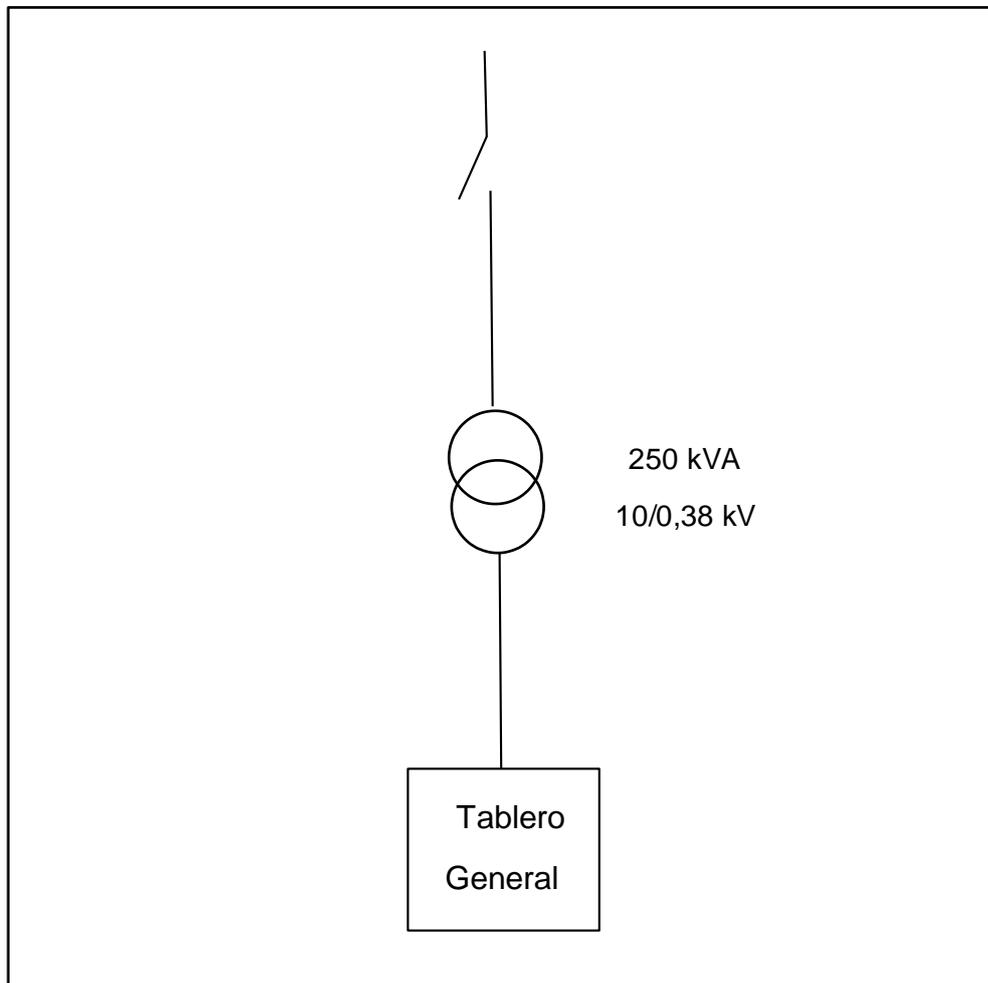


Fuente: Elaboración propia

4.1.11. Análisis Energético Eléctrico de las Instalaciones

4.1.11.1. Análisis del sistema de transformación de energía eléctrica

Figura 16: Diagrama unifilar de distribución de la energía eléctrica



Fuente: Elaboración propia

Potencia pérdida en conductores de transmisión de energía eléctrica en línea principal

Para calcular la caída de una línea.

Ingreso de Datos

Piladora de Arroz San Pedro E.I.R.L.			
Potencia a Transmitir	P	248	kW
Longitud de cable	L	180	m
Conductividad de material	γ	56	(m/ Ω *mm ²)
Tensión en bornes	Un	380	V
Diámetro del conductor N2XSY	d	10,5	mm
Factor de potencia	Cos ϕ	0,85	

Caída de Tensión entre la barra de distribución y el Transformador principal 10 / 0,46 KV y la barra de distribución:

$$U = \frac{248\,000 \times 180}{56 \times 380 \times \pi \times \left(\frac{10,5^2}{4}\right)} = \frac{44640000}{1841704,2} = 24,24 \text{ V}$$

Tensión en bornes - motores eléctricos:

$$U_{me} = 380 - 24,24 = 355,76 \text{ V}$$

Intensidad de línea en conductores:

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos \phi} = \frac{248000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,85} = 443,30 \text{ A}$$

Potencia eléctrica pérdida en conductores:

$$P_p = \sqrt{3} \times \Delta U \times I_L = \frac{\sqrt{3} \times 24,24 \times 443,30}{1000} = 18,59 \text{ kW}$$

Resultados

Piladora de Arroz San Pedro E.I.R.L.			
Intensidad de Corriente a Transmitir	I_L	443,30	A
Sección transversal del conductor	S	86,59	mm ²
Resistencia del conductor	R	0,04	Ω
Caída de Tensión	ΔU	22,24	V
Pérdida de Potencia en conductor	P_p	18,59	kW
		7,50	%
Tensión en Bornes Motores	U_{c-me}	355,76	V

4.1.12. Análisis del mayor consumidor de energía eléctrica

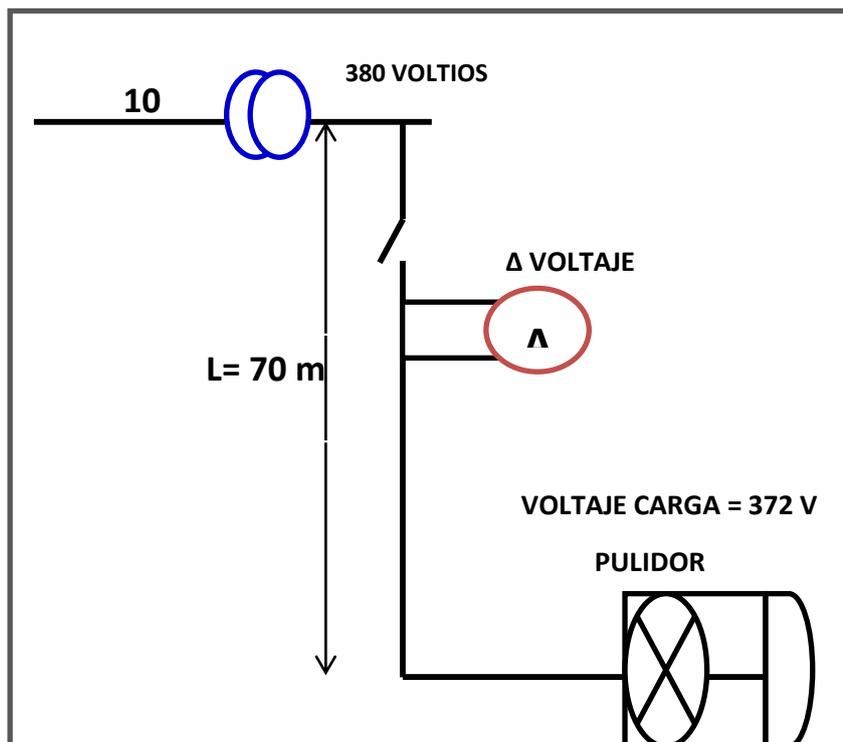
A. Pulidor

Esta máquina tiene una forma horizontal y consta de piedras en forma de discos las cuales pulen el arroz y que están conectadas a una lustradora que abrillanta el arroz tiene un freno incorporado que sirve para regular la presión entre la piedra y el freno y el arroz lo cual ser demasiada la abertura producirá un quebrado de arroz inminente y por lo tanto perdidas en la producción de arroz entero.

Especificaciones Técnicas.

Capacidad	:	2-3 TN/hora
Potencia	:	Motor 30 HP.
Rpm	:	Motor 1800
Marca	:	Motor WEG – DELCROSA

Figura 17: Distribución de mayor consumidor de energía eléctrica



Fuente: Elaboración propia

Ingreso de Datos

Piladora de Arroz San Pedro E.I.R.L.			
Voltaje Entrada	U	380	V
Voltaje Carga	Uc	372	V
ΔVoltaje Real	ΔU	8	V
Amperaje	I	69,89	A
Longitud	L	70	m
Resistividad	ρ	0,0174	Ω.m/mm ²
Horas Trabajadas		380	Horas/mes
Factor de potencia	Cos φ	0,86	

Porcentaje de variación de voltaje:

$$\Delta U = (8 / 380) \times 100 = 2,1 \%$$

Cálculo de sección transversal del conductor actual:

$$S = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos \phi}{\Delta U} = \frac{126,79}{8} = 15,85 \text{ mm}^2$$

Cálculo de diámetro del conductor actual:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 15,85}{\pi}} = 4,49 \text{ mm}$$

Cálculo de la potencia a transmitir:

$$P = \frac{S \times \Delta U \times U_n}{L \times \rho} = 39559,93 \text{ W} = 39,56 \text{ kW}$$

Potencia eléctrica pérdida en el conductor actual:

$$P_p = \frac{\sqrt{3} \times \Delta U \times I}{1000} = \frac{968,39}{1000} = 0,97 \text{ kW}$$

Resultados

Piladora de Arroz San Pedro E.I.R.L.			
Porcentaje de Variación de Voltaje	%ΔU	2,1	%
Potencia a transmitir	P	39,56	kW
Sección Transversal de conductor	S	15,85	mm ²

Diámetro del conductor	d	4,49	mm
Pérdida de Potencia en conductor	Pp	0,97	kW

4.1.13. Análisis de eficiencia de motor eléctrico.

La eficiencia de la mayoría de motores eléctricos se encuentra entre 75% y 95% dependiendo del tamaño y tipo de motor. En la Piladora de Arroz, se ha considerado los motores de mayor consumo de potencia instalada con bajo rendimiento.

A. Pulidor

Ingreso de Datos

PULIDOR			
Intensidad	I	69,89	A
Tensión	U	372	V
Factor de potencia	Cos φ	0,86	
Eficiencia	η	87%	

Cálculo de la potencia absorbida por el motor:

$$P_{abs} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I \times \cos \phi}{1000} = \frac{\sqrt{3} \times 372 \times 69,89 \times 0,86}{1000} = 38,68 \text{ kW}$$

Cálculo de la potencia útil por el motor:

$$P_{\text{útil}} = P_{abs} \times \eta = 38,68 \times 0,87 = 33,65 \text{ kW}$$

Pérdida de potencia en el motor:

$$P_p = P_{abs} - P_{\text{útil}} = 5,02 \text{ kW}$$

Resultados

PULIDOR			
Potencia Absorbida	P _{abs}	38,68	kW
Potencia Útil	P _{útil}	33,65	kW
Pérdida de potencia	Pp	5,02	kW
		13	%

4.1.14. Análisis del Factor de Potencia

El Factor de Potencia promedio en la Piladora San Pedro E.I.R.L es de 0,9, de acuerdo a los datos tomados.

4.1.15. Análisis en Sistema de Iluminación

Al analizar niveles de iluminación en áreas seleccionadas, se determinó los siguientes consumos por este concepto.

CANTIDAD DE LUMINARIAS EN EL AREA DE PRODUCCION				
Nº LAMPARAS	MODELO	LUMENES	EFICIENCIA	POTENCIA (W)
12	TL-S 40W/33-640	2 350	58,75Lm/W	40
TOTAL				480

CANTIDAD DE LUMINARIAS EN EL AREA DE CONTABILIDAD				
Nº LAMPARAS	MODELO	LUMENES	EFICIENCIA	POTENCIA (W)
16	TL-S 40W/33-640	2 350	58,75Lm/W	40
TOTAL				640

CANTIDAD DE LUMINARIAS EN EL AREA DE ALMACEN				
Nº LAMPARAS	MODELO	LUMENES	EFICIENCIA	POTENCIA(W)
20	TL-S 40W/33-640	2350	58.75Lm/W	40
TOTAL				800

4.1.16. Evaluación del Índice de Eficiencia Energética Eléctrica

Para la evaluación de la Eficiencia Energética Eléctrica se establece el siguiente Índice Energético (IE) con respecto a las toneladas producidas, ambos en el mismo periodo (mensual):

$$\text{INDICE DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICO} = \frac{\text{CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICO}}{\text{UNIDAD DE PRODUCTO FINAL}}$$

MESES	ENERGÍA CONSUMIDA (kW-h)	PRODUCCION (Sacos)	INDICE (kW-h/Saco)
Julio	3 691,00	1 139	3,24
Agosto	2 903,00	984	2,95
Septiembre	2 658,00	926	2,87
Octubre	2 725,00	966	2,82

Índice Promedio	2,97
Desviación Estándar	0,19
Ind. + Desv.	3,16
Ind. - Desv.	2,78

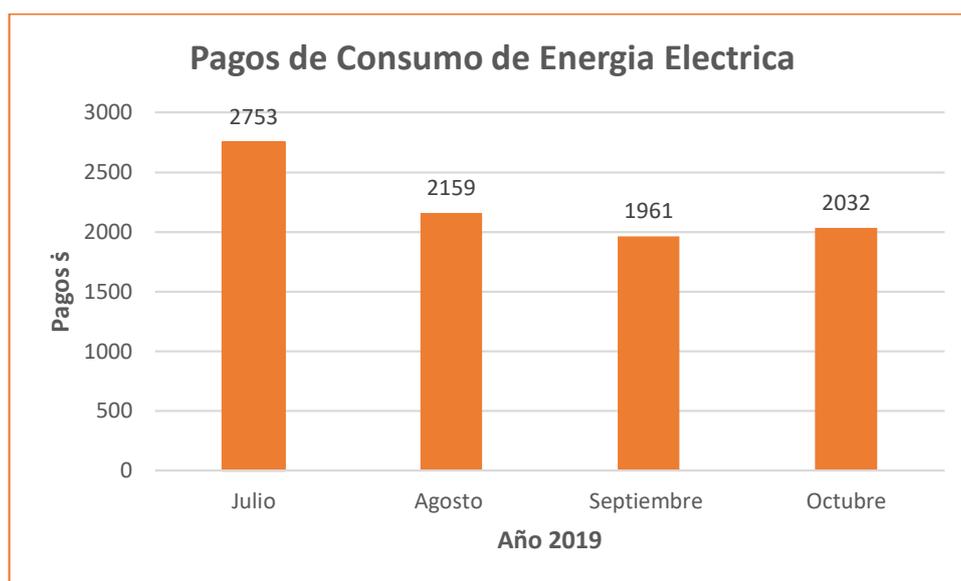
Por lo tanto, el Índice de Consumo de Energía Eléctrico es de 2,97 kW-h/saco al mes.

4.2. Análisis de contratos de suministro de energía mediante la selección apropiada de las tarifas eléctricas

Media Tensión (MT) - entre 1 000 a 30 000 voltios (1kV hasta 30 kV). Se tiene las siguientes tarifas: MT2, MT3 y MT4.

La facturación por consumo de energía eléctrica mensual en la Piladora de Arroz San Pedro E.I.R.L. es:

Figura 18: Pagos por Consumo de Energía Eléctrica



Fuente: Elaboración Propia

Actualmente la Piladora de Arroz San Pedro E.I.R.L, cuenta con la Tarifa BT5B-Residencial, con un pago promedio de S/.2 226,65

4.2.1. Evaluación de las áreas de oportunidad para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica.

En el estudio de mejoras que se describe a continuación, se han considerado aquellas medidas cuyos cálculos preliminares arrojan rentabilidades aceptables, o aquellas que, pese a no ser tan rentables desde el punto de vista económico, suponen un mejoramiento del nivel de confort y seguridad.

La cuantificación de los ahorros de energía eléctrica se llevó a cabo por la diferencia entre los consumos de energía eléctrica de la instalación actual y el consumo calculado una vez implementado las mejoras.

4.3. Evaluación de las áreas de oportunidad para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica

En el estudio de mejoras que se describe a continuación, se han considerado aquellas medidas cuyos cálculos preliminares arrojan rentabilidades aceptables, o aquellas que, pese a no ser tan rentables desde el punto de vista económico, suponen un mejoramiento del nivel de confort y seguridad.

La cuantificación de los ahorros de energía eléctrica se llevó a cabo por la diferencia entre los consumos de energía eléctrica de la instalación actual y el consumo calculado una vez implementado las mejoras.

4.3.1. Mejora de reemplazo de motor estándar por motor de alta eficiencia

El constante incremento del costo de los combustibles y de la energía eléctrica, hace cada vez más costoso la utilización de motores eléctricos ineficientes.

La potencia que absorbe el motor seleccionado es de 38,68 kW, cuya eficiencia es de 87%, lo cual absorbe potencia que no se utiliza, estas pérdidas de potencia son de 5,02 kW., representando el aprox. el 13% de la potencia que absorbe el motor. Los ahorros potenciales que se lograría por el reemplazo del motor actual por otro motor de alta eficiencia Premium (95%), con las mismas características de funcionamiento (trabajando 380 horas/mes).

A. Pulidor

Para la presente evaluación se tienen los siguientes parámetros:

- Potencia Absorbida: $P_{abs} = 38,68 \text{ kW}$
- Potencia Útil: $P_{\text{útil}} = 33,65 \text{ kW}$
- Pérdida de potencia: $P_p = 5,02 \text{ kW}$
- Eficiencia motor nuevo: $\% = 95$

Cálculo de la potencia absorbida por el motor Premium:

$$P_{abs.p} = \frac{P_{\text{útil}}}{\eta_p} = \frac{33,65}{0,95} = 35,42 \text{ kW}$$

Pérdida de potencia en el motor Premium:

$$P_{p1} = P_{abs.p} - P_{\text{útil}} = 35,42 - 33,65 = 1,77 \text{ kW}$$

Ahorro de Energía

$$\rightarrow \text{Ahorro} = P_p - P_{p1} = 5,02 - 1,77 = 3,25 \text{ kW} \times 380 \frac{\text{h}}{\text{mes}} = 1235 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 14\ 820 \text{ kW.h/año.}$$

Ahorro de Económico

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 14820 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}} \times \frac{\$/0.61}{\text{kWh}} = \$/9\ 040,2 \text{ /año}$$

4.3.2. Mejora del factor de potencia (compensación de energía reactiva)

La mayoría de los aparatos conectados a la red eléctrica, consumen además de la energía activa, una cierta cantidad de energía reactiva. Por ejemplo, en el caso de la planta arrocera los principales equipos que requieren energía reactiva son los transformadores, motores y fluorescentes.

En la Piladora de Arroz San Pedro E.I.R.L, tiene un bajo factor de potencia promedio de 0,90. Para corregir el factor de potencia de la Planta Piladora de 0,90 a 0,99, es necesario instalar bancos de condensadores automáticos.

Para la presente evaluación se tienen los siguientes parámetros:

- Máxima demanda: $P = 250 \text{ kW}$
- Factor de Potencia actual: $\text{Cos}\varphi_1=0,90 \rightarrow \varphi_1= 25,84^\circ$
- Factor de Potencia Nuevo: $\text{Cos}\varphi_2=0,990 \rightarrow \varphi_2 = 8,11^\circ$

Reemplazando dichos valores en la siguiente ecuación se tiene:

$$Q_c = P_{\text{actual}} \times (\text{Tan } \varphi_1 - \text{Tan } \varphi_2)$$

$$Q_c = 250 \times (\text{Tan } 25,84^\circ - \text{Tan } 8,11^\circ)$$

$$Q_c = 85.45 \text{ kVAR}$$

Nota: Normalizado se seleccionará un condensador de 85 kVAR.

Al compensar la energía reactiva, se reduce también las pérdidas de potencia activa (Efecto Joule) en los conductores y transformador.

El Ahorro económico que se obtiene es lo que se deja de pagar por el Concepto de Energía Reactiva al año.

Ahorro Económico

E. Reactiva: Ahorro = S/.9 041.06/año

4.3.3. Mejora en el sistema de iluminación

El alumbrado en la planta arrocera, posee lámparas fluorescentes convencionales T-12 de 40 W, habiéndose evaluado la necesidad de reemplazar éstas por fluorescentes delgados T-5 de 28 W, es decir consumen 12 W menos, pero iluminan igual.

CANTIDAD DE LUMINARIAS EN EL AREA DE PRODUCCION				
Nº LAMPARAS	MODELO	LUMENES	EFICIENCIA	POTENCIA (W)
12	TL-S 40W/33-640	2350	58.75Lm/W	40
TOTAL				480

CANTIDAD DE LUMINARIAS EN EL AREA DE CONTABILIDAD				
Nº LAMPARAS	MODELO	LUMENES	EFICIENCIA	POTENCIA (W)
16	TL-S 40W/33-640	2350	58.75Lm/W	40
TOTAL				640

CANTIDAD DE LUMINARIAS EN EL AREA DE ALMACEN				
Nº LAMPARAS	MODELO	LUMENES	EFICIENCIA	POTENCIA(W)
20	TL-S 40W/33-640	2350	58.75Lm/W	40
TOTAL				800

TOTAL	1920
--------------	-------------

CANTIDAD DE LUMINARIAS EN EL AREA DE CONTABILIDAD				
Nº LAMPARAS	MODELO	LUMENES	EFICIENCIA	POTENCIA (W)
12	TL5 HE 28W/840 1SL	2900	94Lm/W	28
TOTAL				336

CANTIDAD DE LUMINARIAS EN EL AREA DE CONTABILIDAD				
Nº LAMPARAS	MODELO	LUMENES	EFICIENCIA	POTENCIA (W)
16	TL5 HE 28W/840 1SL	2900	94Lm/W	28
TOTAL				448

CANTIDAD DE LUMINARIAS EN EL AREA DE ALMACEN				
Nº LAMPARAS	MODELO	LUMENES	EFICIENCIA	POTENCIA (W)
20	TL5 HE 28W/840 1SL	2900	94Lm/W	28
TOTAL				560

TOTAL	1344
--------------	-------------

Ahorro de Energía

$$\rightarrow \text{Ahorro} = (1920 - 1344) \text{ W} \times 60 \frac{\text{h}}{\text{mes}} = 34,56 \text{ kWh/mes}$$

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 414,72 \text{ kWh/año}$$

Ahorro Económico

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 414,72 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \times \frac{\text{S}/.0.61}{\text{kWh}} = \text{S}/.252,98/\text{año}$$

Se propone apagar las lámparas en turno día de 8:00am a 6:00pm

4.3.4. Mejora por Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas

Este tipo de ahorro está referido básicamente a las pérdidas de potencia por distribución que se tiene por falta de mantenimiento adecuado de las instalaciones eléctricas, el ahorro que puede lograrse por este concepto es del 1 al 2% del consumo eléctrico total.

El mantenimiento debe estar referido a:

a) Transformador

Existen pruebas que no son mantenidos con la frecuencia requerida, es conveniente chequear el nivel de aceite y limpiar la gran cantidad de polvo acumulado en los aisladores y techos de los transformadores, ya que existe el riesgo de falla por cortocircuito; se sugiere programar las maniobras respectivas.

b) Tableros

Verificación de los falsos contactos en llaves de tableros generales, interruptores en general, equipos eléctricos y lámparas. Se ha observado que la mayoría de las llaves de los tableros de mando de los equipos de principales está en mal estado, lo que imposibilita realizar maniobras en caso de urgencia arriesgando así la seguridad de las personas.

- **Aislamiento**

Control periódico de los niveles de aislamiento y de tensión para detectar fugas a tierra.

Se ha detectado en forma muestral, los niveles de aislamiento deficientes, como es el caso de los circuitos de peletizado y producto terminado.

En base al consumo promedio que es de 2 994,25 Kw-h/mes, la tarifa vigente a la fecha, se puede tener el siguiente ahorro considerando un ahorro del 1% del total de consumo eléctrico.

Ahorro de Energía Activa

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 1\% \times 2\,994,25 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}} = 29,94 \text{ kWh/mes}$$

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 359,31 \text{ kWh/año}$$

Ahorro Económico

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 359,31 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \times \frac{\text{S}/0,61}{\text{kWh}} = \text{S}/.219,18/\text{año}$$

4.3.5. Resumen de los Ahorros de Energía Eléctrica

A continuación, se presenta un resumen de los ahorros que pueden generarse por mejoras del sistema eléctrico en la empresa, tanto en términos de energía eléctrica (Kw.h) y el ahorro económico derivado de la misma (ver Tabla 6).

Tabla 6: Resumen de Ahorro Económico

Análisis de Ahorros de Energía Eléctrica		
Oportunidades de Mejora del Sistema Eléctrico	Ahorros Anuales	
	(kW-h)	(S/.)
Empleo de Motores Eficientes	14 820	9 040.2
Compensación de Energía Reactiva	9 041.06
Sistema de Iluminación Eficiente	414,72	252,98
Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas	359,31	219.18
TOTAL	15 594,03	18 553,42

Fuente: Elaboración Propia

4.3.6. Mejora de la Eficiencia Energética Eléctrica

En el siguiente cuadro se muestra el nuevo índice de consumo energético eléctrico.

Tabla 7: Índice de Consumo Energético Eléctrico

MESES	ENERGÍA CONSUMIDA (kW-h)	PRODUCCION (Sacos)	INDICE (kW-h/Saco)
Julio	3 691,00	1 139	3,24
Agosto	2 903,00	984	2,95
Septiembre	2 658,00	926	2,87
Octubre	2 725,00	966	2,82

Índice Promedio	2,97
Desviación Estándar	0,19
Ind. + Desv.	3,16
Ind. - Desv.	2,78

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Aplicando la Auditoria de Gestión en el Consumo energético.

4.4.1. Política Energética Eléctrica

SAN PEDRO E.I.R.L. es una empresa dedicada al procesamiento de arroz y persigue un mejoramiento continuo en el manejo sostenible de los recursos. En particular, tiene como principio, hacer uso de la energía eléctrica lo más racionalmente posible, para tal, se compromete a:

- Evaluar todas las posibilidades de reducir el consumo de la energía en la empresa. Con este fin serán examinados periódicamente los procesos energéticos del suministro eléctrico en la Piladora y, dado el caso, adaptados a tecnología actuales.
- Que todos los empleados y trabajadores contribuyan al uso racional de la energía eléctrica en la empresa, tengan en mente este principio en

todo momento y comuniquen sus propuestas de mejora al encargado respectivo.

- Nuestra filosofía en el manejo de la energía es a largo plazo, así que se emplearán parámetros adecuados para evaluar la factibilidad económica de proyectos de uso racional de energía eléctrica en la empresa.
- Identificar acciones operacionales que ocasionan variabilidad en los índices de consumo energético eléctrico
- Mantener un programa de mejoramiento continuo de la eficiencia energética eléctrica.

4.4.2. Alcances de la Propuesta Estratégica

4.4.2.1. Cobertura

La Auditoria energética se aplicará a las instalaciones de la empresa SAN PEDRO E.I.R.L. dentro de sus operaciones en el Pilado de Arroz, priorizando áreas de mayor consumo eléctrico y sistemas principales que considere el investigador.

4.4.2.2. Periodo de Planificación

Se pueden considerarlos siguiente periodo de tiempo:

- De corto plazo: cubre un período de un año, permitirá cubrir un futuro inmediato
- De mediano plazo: cubre un periodo de cinco años, el plan estratégico a mediano plazo refleja las estrategias desarrolladas en el plan a largo plazo.

4.4.3. objetivos y Metas

4.4.3.1. Objetivo General

Implementar acciones encaminados a mejorar la eficiencia energética eléctrica en la Piladora “San Pedro” E.I.R.L.

4.4.3.2. Objetivos Específicos

Estos objetivos específicos se encuentran enunciados a nivel de los programas, es decir, para cada programa se definen objetivos que representan los objetivos específicos con relación a la Disminución del Consumo Energético en la Piladora “San Pedro” E.I.R.L.

4.4.3.3. Metas

Las metas propuestas se encuentran relacionadas en cada uno de los objetivos específicos, de manera tal que se pueda cuantificar y medir su cumplimiento.

4.4.4. Programa de gestión de eficiencia energética empresarial.

Para el buen desempeño de la gestión la eficiencia energética eléctrica, los programas están basados de acuerdo a un conjunto de medidas técnicas y administrativas donde también se contemplan aspectos relativos al comportamiento humano, orientados al uso eficiente de la energía eléctrica y por lo tanto a la eficiencia de los costos por este concepto.

Para el cumplimiento de los objetivos específicos y metas se establecen los siguientes programas:

Tabla 8: Programas de Gestión Energética Empresarial

Gestión Energética Empresarial	Programas
Comportamiento Humano	Uso racional y eficiente de la energía eléctrica
Medidas Técnicas	Reducción del consumo de energía eléctrica
Medidas Administrativas	Administración del sistema eléctrico

Fuente: Elaboración Propia

4.4.5. Planes de acción propuesto

Las acciones propuestas en cada plan están organizadas en los programas anteriormente establecidos, lo cual tiene coherencia con las medidas de gestión energética empresarial.

4.4.5.1. Uso racional y eficiente de la energía

A través de este programa se desarrollan estrategias de capacitación y sensibilización a las personas ligadas directa o indirectamente al problema del manejo inadecuado del recurso energético eléctrico.

Los objetivos específicos, metas y recursos son:

Tabla 9: PLAN DE ACCIÓN Nº 1

Objetivo Específicos 1:		
Capacitar y sensibilizar de manera permanente sobre el manejo racional de la energía eléctrica:		
Meta: Contar con una estrategia de educación continua.		
Responsables: Coordinador de comité energía		
Acciones	Costo	Tiempo
Diseñar presentaciones para los trabajadores y empleados de la empresa.	S/C	2 meses

Impartir charlas y talleres sobre la gestión energética en la empresa.	S/. 1 000,00	Trimestral
Realizar campaña de divulgación sobre el uso racional de la energía (pegar carteles, buzón de sugerencias, etc.).	S/. 1 000,00	Semestral

Fuente: Elaboración Propia

4.4.5.2. Disminución del consumo energético.

Este programa establece las medidas tecnológicas necesarias para disminuir el consumo energético dentro de las instalaciones de la empresa.

Los objetivos específicos, metas y recursos son:

Tabla 10: PLAN DE ACCIÓN N° 2

Objetivo Específicos 2:		
Disminuir el consumo de energía reactiva de la red de suministro eléctrico.		
Meta: Corregir el factor de potencia de 0,90 a 0,99		
Responsables: Gerencia - Coordinador de comité energía		
Acciones	Costo	Tiempo
Solicitar cotizaciones de bancos de condensadores según las capacidades establecidas en presente estudio.	S/C	2 semanas
Implementar el sistema de compensación elegido.	S/.10 000,00	4 semanas

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11: PLAN DE ACCIÓN N° 3

Objetivo Específicos 3:		
Implementar sistemas de iluminación eficientes y económicos		
Meta: Cambiar en un 100% las lámparas fluorescentes de T12 a T5		
Responsables: Gerencia - Coordinador de comité energía		
Acciones	Costo	Tiempo

Solicitar las iluminarias recomendadas (fluorescentes T8).	S/C	2 semanas
Sustituir fluorescentes deteriorados o al final de su vida útil.	S/. 800.00	Mediano plazo

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12: PLAN DE ACCIÓN N° 4

Objetivo Específicos 4:		
Disminuir el consumo de energía eléctrica mediante tecnología de mayor eficiencia.		
Meta: Disminuir el consumo de energía eléctrica en corto plazo		
Responsables: Gerencia - Coordinador de comité energía		
Acciones	Costo	Tiempo
Sustituir motor de baja eficiencia por el de alta eficiencia.	S/. 5 000,00	2 semanas

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13: PLAN DE ACCIÓN N° 5

Objetivo Específicos 5:		
Implementar acciones para mejorar el rendimiento de los equipos eléctricos.		
Meta: Lograr un ahorro por este concepto del 1 al 2% del consumo eléctrico total.		
Responsables: Coordinador de comité energía		
Acciones	Costo	Tiempo
Establecer política de rebobinado de motores eléctricos (No más de dos veces)	S/C	1 Semana
Implementar plan de verificación periódica los rodajes del motor	S/C	3 Semanas
Implementar plan de verificación periódica nivel de aceite en el transformador (cada 6 meses)	S/C	3 Semanas

Implementar plan de limpiezas periódicas del transformador.	S/C	3 Semanas
Implementar plan de medición con frecuencia de la temperatura superficial del transformador, ella no debe ser superior a 55°C.	S/C	3 Semanas
Implementar un programa periódico de ajuste de conexiones y limpieza de contactos, borneras, barrajes, etc.	S/C	3 Semanas

Fuente: Elaboración Propia

4.4.6. Cronograma de acciones

Después de la planificación del Proyecto, se establece el cronograma de acciones para realizar seguimiento a la implementación del plan de gestión para mejora de la eficiencia energética eléctrica en empresa. (Ver Tabla 14)

Tabla 14: Cronograma de Acciones

ACCIONES	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
	<i>Inversión</i>	<i>Post Inversión</i>			
Objetivo Específicos 1					
– Diseñar presentaciones para los trabajadores y empleados de la empresa.	—				
– Impartir charlas y talleres sobre la gestión energética en la empresa.	—	—	—	—	—
– Realizar campaña de divulgación sobre el uso racional de la energía (pegar carteles, buzón de sugerencias, etc.).	—	—	—	—	—
– Asesoría en ingeniería de sistemas eléctricos	—	—	—	—	—
Objetivo Específicos 2					
– Adquirir bancos de condensadores según las capacidades establecidas en presente estudio.		—			
– Implementar el sistema de compensación elegido.		—			
Objetivo Específicos 3					
– Adquirir las iluminarias recomendadas (fluorescentes T5).		—			
– Sustituir fluorescentes deteriorados o al final de su vida útil.		—	—	—	—

ACCIONES	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
	<i>Inversión</i>	<i>Post Inversión</i>			
Objetivo Específicos 4					
– Sustituir motores de baja eficiencia por los de alta eficiencia.		■			
Objetivo Específicos 5					
– Establecer política de rebobinado de motores eléctricos (No más de dos veces)	■				
– Implementar plan de verificación periódica los rodajes del motor	■				
– Implementar plan de verificación periódica nivel de aceite en el transformador (cada 6 meses)	■				
– Implementar plan de limpiezas periódicas del transformador.	■				
– Implementar plan de medición con frecuencia de la temperatura superficial del transformador, ella no debe ser superior a 55°C.	■				
– Implementar un programa periódico de ajuste de conexiones y limpieza de contactos, borneras, barrajes, etc.	■				

Fuente: Elaboración Propia

4.4.7. Seguimiento y Monitoreo

El monitoreo es un proceso que se realiza periódicamente y permite que las personas involucradas en la implementación de la Auditoría energética realiza un seguimiento programado para valorar el cumplimiento o las variaciones en las acciones planificadas. Además, permite identificar los avances específicos y generales con relación al cumplimiento de los objetivos trazados.

Es importante documentar los resultados y presentarlos a los interesados junto con las recomendaciones, para esto debe asegurarse la elaboración de guías para la recolección de la información que permita recoger de forma completa la información aportada en el monitoreo, ya que sólo de esta manera, se puede llevar un control riguroso de los avances.

A continuación, se presenta una guía que puede ser instrumento útil para realizar esta labor de monitoreo sobre las acciones planificadas del presente Proyecto Estratégico. (*Ver Tablas 15, 16*).

Tabla 15: Seguimiento y Monitoreo - Uso Racional y Eficiente de la Energía Eléctrica

Objetivo Específico	Acciones	Responsable	Meta	Indicador	Nivel de Cumplimiento	Comentarios
O.E - 1	Diseñar presentaciones para los trabajadores y empleados de la empresa	Coordinador de comité energía	Contar con una estrategia de educación continua.	Nº actividades educativas diseñadas e implementadas	A ejecutar	-----
	Impartir charlas y talleres sobre la gestión energética en la empresa.					
	Realizar campaña de divulgación sobre el uso racional de la energía (pegar carteles, buzón de sugerencias, etc.)					
	Asesoría en ingeniería de sistemas eléctricos					

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16: Seguimiento y Monitoreo - Reducción del consumo de energía eléctrica

Objetivo Específico	Acciones	Responsable	Meta	Indicador	Nivel de Cumplimiento	Comentarios
O.E - 2	Adquirir bancos de condensadores según las capacidades establecidas en presente estudio.	Gerencia	Corregir el factor de potencia de 0,90 a 0,99	Nº banco condensadores instalados	A ejecutar	-----
	Implementar el sistema de compensación elegido.	Coordinador de comité energía				
O.E - 3	Adquirir las luminarias recomendadas (fluorescentes T5).	Gerencia	Cambiar en un 100% las lámparas fluorescentes T12 a T5	Nª lámparas sustituidas / total de lámparas	A ejecutar	-----
	Sustituir fluorescentes deteriorados o al final de su vida útil.	Coordinador de comité energía				
O.E - 4	Sustituir motores de baja eficiencia por los de alta eficiencia.	Coordinador de comité energía	Disminuir el consumo de energía eléctrica en el corto plazo	Nª requerimientos instalados / total de requerimientos	A ejecutar	-----
O.E - 5	Establecer política de rebobinado de motores eléctricos (No más de dos veces)		Lograr un ahorro por	Nº acciones realizadas /	A ejecutar	-----

	Implementar plan de verificación periódica los rodajes del motor	Coordinador de comité energía	este concepto del 1 al 2% del consumo eléctrico total.	N ^a acciones planificadas		
Implementar plan de verificación periódica nivel de aceite en el transformador (cada 6 meses)						
Implementar plan de limpiezas periódicas del transformador.						
Implementar plan de medición con frecuencia de la temperatura superficial del transformador, ella no debe ser superior a 55°C.						
Implementar un programa periódico de ajuste de conexiones y limpieza de contactos, borneras, barrajes, etc.						
Establecer política de rebobinado de motores eléctricos (No más de dos veces)						
Implementar plan de verificación periódica los rodajes del motor						

Fuente: Elaboración Propia

4.4.8. Organización de la Gestión de la Eficiencia Energética Eléctrica

Para llevar a cabo una gestión energética eléctrica eficaz en la empresa arrocera, es necesario crear un comité de energía.

Los miembros de este grupo analizan los retos actuales de la eficiencia energética y sus tecnologías, poniendo sobre la mesa la problemática a la que han de hacer frente y aportando soluciones viables.

4.4.8.1. Comité de Energía Eléctrica

Su misión fundamental será el de ejecutar proyectos de eficiencia energética eléctrica, que incluya:

- Programas de formación y concientización al personal.
- Programas de ahorro de energía a corto, mediano y largo plazo.
- Establecimiento de valores objetivos de consumo eléctrico en cada parte del proceso.

4.4.8.2. Funciones

- Asesoramiento a la dirección en temas energéticos eléctricos.
- Establecer una contabilidad energética eléctrica.
- Establecer un sistema de auditorías eléctricas.
- Participar en estudios y proyectos energéticos eléctricos.
- Promoción de nuevas técnicas de gestión de la eficiencia energética.
- Seguimiento y monitoreo de proyectos.
- Establecimiento de manuales de operación energético eléctrico.
- Intensificación del mantenimiento a las instalaciones eléctricas.
- Preparar campañas de concientización.
- Relacionarse con organismos oficiales del sector eléctrico.

4.4.8.3. Atribuciones

- Podrá solicitar datos relacionados con la energía eléctrica que necesite a otros departamentos
- Podrá ordenar la realización de mediciones, toma de datos y análisis de los mismos.
- Tendrá personal colaborador a sus órdenes directas
- Contará con el presupuesto adecuado.

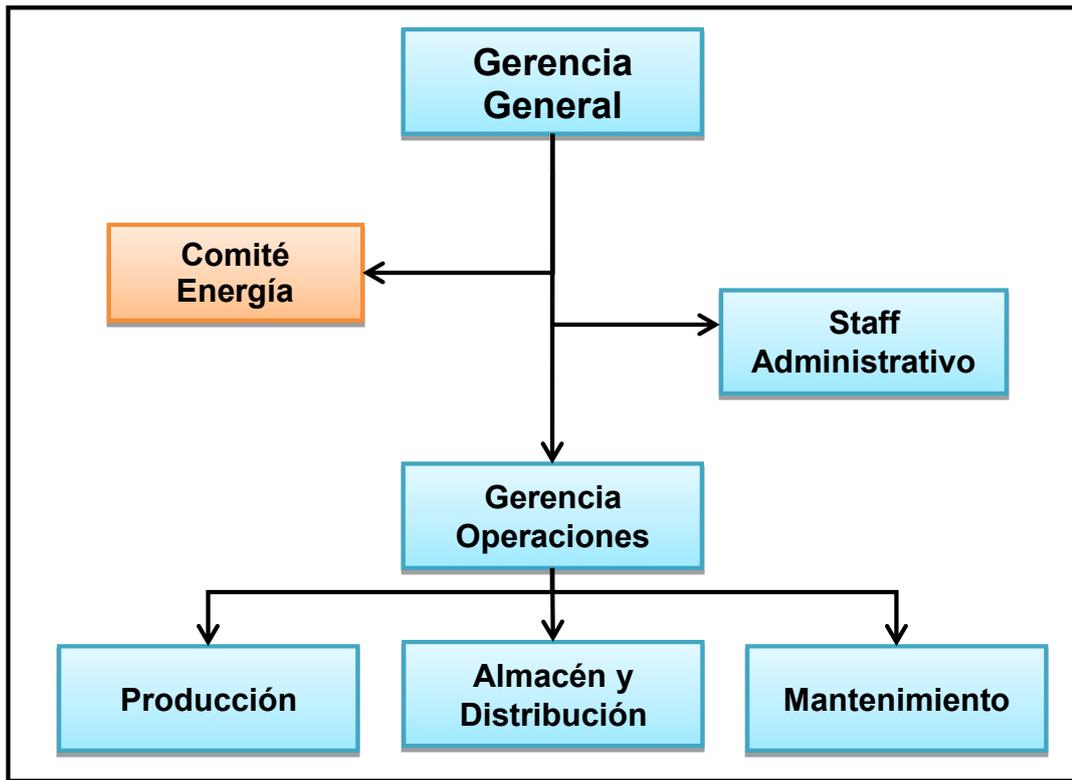
4.4.8.4. Composición

Como idea general, el Comité de Energía podrá estar formado por al menos un representante de cada una de los siguientes departamentos (*ver Figura 10*).

- Gerencia General
- Staff Administrativo (Administración, Contabilidad, RRHH)
- Producción
- Logística (Almacén y distribución)
- Mantenimiento

Y un representante designado por la Dirección que sería el Coordinador de Energía Eléctrica (Presidente).

Figura19: Organigrama – Creación de Comité de Energía Eléctrica



FUENTE: Elaboración Propia

4.5. Análisis económico del proyecto

4.5.1. Recursos Económicos para poner en función la Auditoria.

Teniendo en cuenta los costos energéticos actuales, se determina la inversión necesaria para la implementación de la mejora; dicha inversión se cuantifica sobre la base de presupuestos facilitados por distintos fabricantes. A continuación, se presenta de manera esquemática las acciones que se propone de acuerdo a los programas establecidos, y la inversión requerida en cada caso.

4.5.2. Uso racional y eficiente de la energía eléctrica

Tabla 17: Inversión – Uso racional y eficiente de la energía eléctrica

Acciones	Inversión
Objetivo 1	
Diseñar presentaciones para los trabajadores y empleados de la empresa	S/C
Impartir charlas y talleres sobre la gestión energética en la empresa.	S/. 1 500,00
Realizar campaña de divulgación sobre el uso racional de la energía (pegar carteles, buzón de sugerencias, etc.)	S/. 1 500,00
Total Parcial	S/. 3 000,00

FUENTE: Elaboración Propia

4.5.3. Reducción del consumo de energía eléctrica

Tabla 18: Inversión – Disminuir el consumo de energía eléctrica

Acciones	Inversión
Objetivo 2	
Solicitar bancos de condensadores según las capacidades establecidas en presente estudio.	S/C
Implementar el sistema de compensación elegido.	S/. 10 000,00
Total Parcial	S/. 10 000,00
Objetivo 3	
Adquirir las iluminarias recomendadas (fluorescentes T5).	S/C
Sustituir fluorescentes deteriorados o al final de su vida útil.	S/. 700,00
Total Parcial	S/. 700,00
Objetivo 4	
Sustituir motores de baja eficiencia por los de alta eficiencia.	S/. 10 000,00

Total Parcial	S/. 10 000,00
Objetivo 5	
Establecer política de rebobinado de motores eléctricos (No más de dos veces)	S/C
Implementar plan de verificación periódica los rodajes del motor	S/C
Implementar plan de verificación periódica nivel de aceite en el transformador (cada 6 meses)	S/C
Implementar plan de limpiezas periódicas del transformador.	S/C
Implementar plan de medición con frecuencia de la temperatura superficial del transformador, ella no debe ser superior a 55°C.	S/C
Implementar un programa periódico de ajuste de conexiones y limpieza de contactos, borneras, barrajes, etc.	S/C
Establecer política de rebobinado de motores eléctricos (No más de dos veces)	S/C
Implementar plan de verificación periódica los rodajes del motor	S/C

FUENTE: Elaboración Propia

4.5.4. Cuadro Resumen de Inversión

Tabla 19: Resumen de Inversión (S/.) (2019 – 2023)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Inversión					
Asesoría en ingeniería y capacitación	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000
Equipos de compensación	---	10 000	---	---	---
Inversión Tecnología	5 800	----	---	---	---
Total	7 800	12 000	2 000	2 000	2 000
Total Inversión (S/.)	25 800				

FUENTE: Elaboración Propia

4.6. Evaluación Económica de la Auditoria energética.

El primer incentivo para implementar programas de ahorro de energía eléctrica; es el aspecto económico. El grado en el que las inversiones de capital son tomadas, estas deben ser consistentes con criterios económicos. Todos los costos y beneficios deberían reflejar la situación económica al tiempo cero, donde arranca el proyecto.

Los resultados que se obtienen al actualizar los valores del Flujo Económico (ver *Tabla 23*) mediante el uso de las tasas de descuento, generalmente se concentran en tres tipos de indicadores: Valor Actual Neto, la Relación Beneficio /Costo y la Tasa Interna de Retorno.

Para el presente proyecto se tiene los siguientes parámetros: (*Ver Tabla 20*).

Tabla 20: Parámetros para evaluación económica del plan de gestión

Descripción	Datos Financieros
Tasa de descuento (<i>ver anexo 3</i>)	12%
Costo Mantenimiento Anual	S/. 219,18
Inversión	S/. 25 800
Vida útil del proyecto (en años)	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Ahorro Económico (S/.) en un periodo de 4 años

Ahorro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Empleo de Motores Eficientes		9 040,2	9 040,2	9 040,2
Compensación de Energía Reactiva		9 041.06	9 041.06	9 041.06
Sistema de Iluminación Eficiente	252,98	252,98	252,98	252,98
Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas	219,18	219,18	219,18	219,18
Total	472,16	18 553,42	18 553,42	18 553,42
Total Ahorro (S/.)	56 132,42			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Depreciación anual de los activos en (S/.)

Elemento	Costo (S/.)	Vida Útil	Depreciación Anual (S/.)	Valor Residual (S/.)
Sistema de compensación elegido	10 000	5	1 000,00	5 000,00
Motores	5 000	10	200,00	2 000,00
Total Depreciación (S/.)			1 200,00	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Flujo del Análisis Económico

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ingresos					
Empleo de Motores Eficientes			9 040,2	9 040,2	9 040,2
Compensación de Energía Reactiva			9 041,06	9 041,06	9 041,06
Sistema de Iluminación Eficiente		252,98	252,98	252,98	252,98
Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas		219,18	219,18	219,18	219,18
Egresos					
Asesoría en ingeniería y capacitación	-3 000	-3 000	-3 000	-3 000	-3 000
Equipos de medición	---	-10 000	---	---	---
Inversión Tecnología	-5 800	----	---	---	---
Depreciación		-1 200,00	-1 200,00	-1 200,00	-1 200,00
Utilidad Bruta		-13 727,84	14 353,96	14 353,96	14 353,96
Impuestos		0,0	4 221,75	4 221,75	4 221,75
Utilidad Neta		-13 727,84	10 132,21	10 132,21	10 132,21
Depreciación		1 200,00	1 200,00	1 200,00	1 200,00
Valor residual					7 000,00
Flujo de caja	-7 800	-12 528	11 332	11 332	18 332
Flujo acumulado	-7 800	-20 328	-8 996	2 336	20 668

Fuente: Elaboración propia

4.6.1. Valor Actual Neto:

El Valor Actual Neto para la tasa de descuento del proyecto es:

$$\text{VAN} = \text{S/} . 2\ 516,00$$

Para la Empresa Piladora San Pedro E.I.R.L. el proyecto es rentable porque el VAN es de S/. 2 516,00 soles, generando beneficios después de haber logrado cubrir todos los costos, esto significa que es viable la mejora de la eficiencia energética eléctrica.

4.6.2. Tasa Interna de Retorno:

Para el presente proyecto la Tasa Interna de Retorno es:

$$\text{TIR} = 17 \%$$

Para la Empresa Piladora San Pedro E.I.R.L. su Tasa Interna de Retorno es de 17 % que es mayor al costo del capital del 12%, por ende, la mejora de la eficiencia energética eléctrica genera beneficios, mayores al costo, lo cual va a significar un aumento de la rentabilidad.

4.6.3. Relación Beneficio / Costo:

La relación Beneficio / Costo del proyecto es:

$$\text{B/C} = 1,25$$

Para la Empresa Piladora San Pedro E.I.R.L. la relación beneficio costo de 1,25 significa que por cada nuevo sol invertido obtiene una rentabilidad de 1,25 nuevos soles, es decir que recupera su inversión y obtiene una rentabilidad adicional para la mejora de la eficiencia energética eléctrica.

4.6.4. Periodo de Recuperación del Capital:

El capital será recuperado aproximadamente en 4 años.

4.6.5. Resumen de la evaluación económica

A continuación, se presenta un cuadro resumen de valores de los indicadores económicos, la inversión y el ahorro anual del proyecto.

Tabla 24: Resumen de evaluación económica del proyecto

Descripción	Valor
Inversión	S/. 25 800,00
Ahorro	S/. 56 132,42
Valor Actual Neto	S/. 2 516,00
Tasa Interna de Retorno	17 %
Relación B / C	1,25
Periodo de Recuperación	4 años

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO V. CONCLUSIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo al estudio realizado para el presente Proyecto, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Los consumos energéticos de la Piladora “San Pedro” E.I.R.L. Son: 3 691,00 kW.h; 2 903,00 KW-h; 2 658,00 kW.h; 2 725,00 KW.
- Los balances de energía correspondientes de la Piladora “San Pedro” E.I.R.L. dan como resultados que el área que más consume energía eléctrica es el área de producción con 138.09 kW.h.
- Se seleccionó motores de alta eficiencia PREMIUM los cuales nos permiten reducir el consumo de energía eléctrica en: 14 820kW.h/año, lo que equivale a un ahorro de S/. 9 040,2 soles lo cual se traduce en un aporte en la reducción de la facturación por consumo de energía activa.
- Se propone la sustitución de los motores estándar por unos motores de eficiencia PREMIUM los cuales nos permiten reducir el índice del consumo de energía eléctrica en: 14 820 kW.h/año.
- Propuesta a implementar de la Auditoria energética para la disminuir el consumo Energético Eléctrico tiene una inversión 25 800 soles y permitirá mejorar la administración del consumo de energía eléctrica el cual logrará que el ahorro sea sostenido dentro de cuatro años a partir de la ejecución.
- De la evaluación económica, se obtiene que el periodo de recuperación de la inversión es de 4 años obteniéndose un TIR de 17%, el VAN estimado es de S/. 2 516 y Beneficio/Costo resulto 1,25. Por lo tanto podemos concluir y afirmar que la propuesta es viable económicamente.

CAPITULO VI. RECOMENDACIONES

6.1. Recomendaciones

- Realizar auditorías energéticas utilizando medidores para poder verificar los datos de placa tomados en planta.
- Implementar el ISO 50001 en la planta ya que es un programa de gestión energía.
- Las acciones tomadas para mejorar la eficiencia energética eléctrica y las nuevas tecnologías se deben implementar con la debida orientación y capacitación de los usuarios por profesionales especialistas en el tema.

CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía:

- Apuntes del Seminario: (2010) “Aplicaciones de Eficiencia Energética Eléctrica en la Empresa”, Ingeniero Mecánico Eduardo Tiravanti Zapata. Lima – Perú.
- Ministerio de Energía y Minas: (2010) “Perú, Sector Eléctrico 2010” Dirección General de Electricidad. Lima – Perú.
- Quispe Ramos, Miriam: (2009) “*Aplicación de la eficiencia energética a la implementación de una planta de alimentos balanceados*”. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Electricista, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú.
- Guía Metodológica: (2008) “*Plan de Implementación y seguimiento de acciones de mejora*”. Vicerrectorado de Calidad e Innovación. Universidad del País Vasco – España.
- **Aleasoft. 2015.** Balance de consumo eléctrico europeo del año 2014.
- *www.aleasoft.com*. [En línea] 2015.
- **Araujo, Alberto. 2014.** Subsidios a consumos eléctricos por al menos USD 412 millones. *El Comercio*. 2014.
- SabMiller Global Rooms , Refrigeración Package Opportunities (2013), Guía para implementar mejoras en el proceso de refrigeración de la industria cervecera, Inglaterra.
- SERNA G. Humberto. (1996). Planeación y gestión estratégica. Edit. Grau. Bogotá – Colombia.

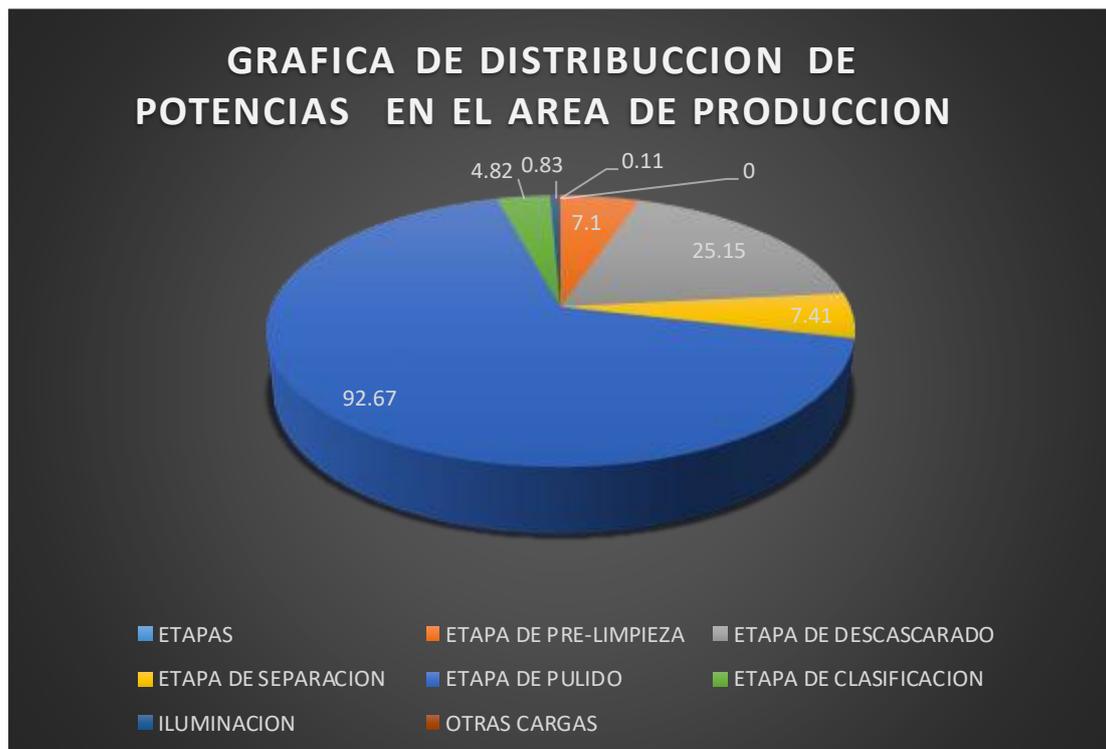
CAPITULO VIII. ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1: INVENTARIO DE EQUIPOS DE LA PILADORA POR AREA.

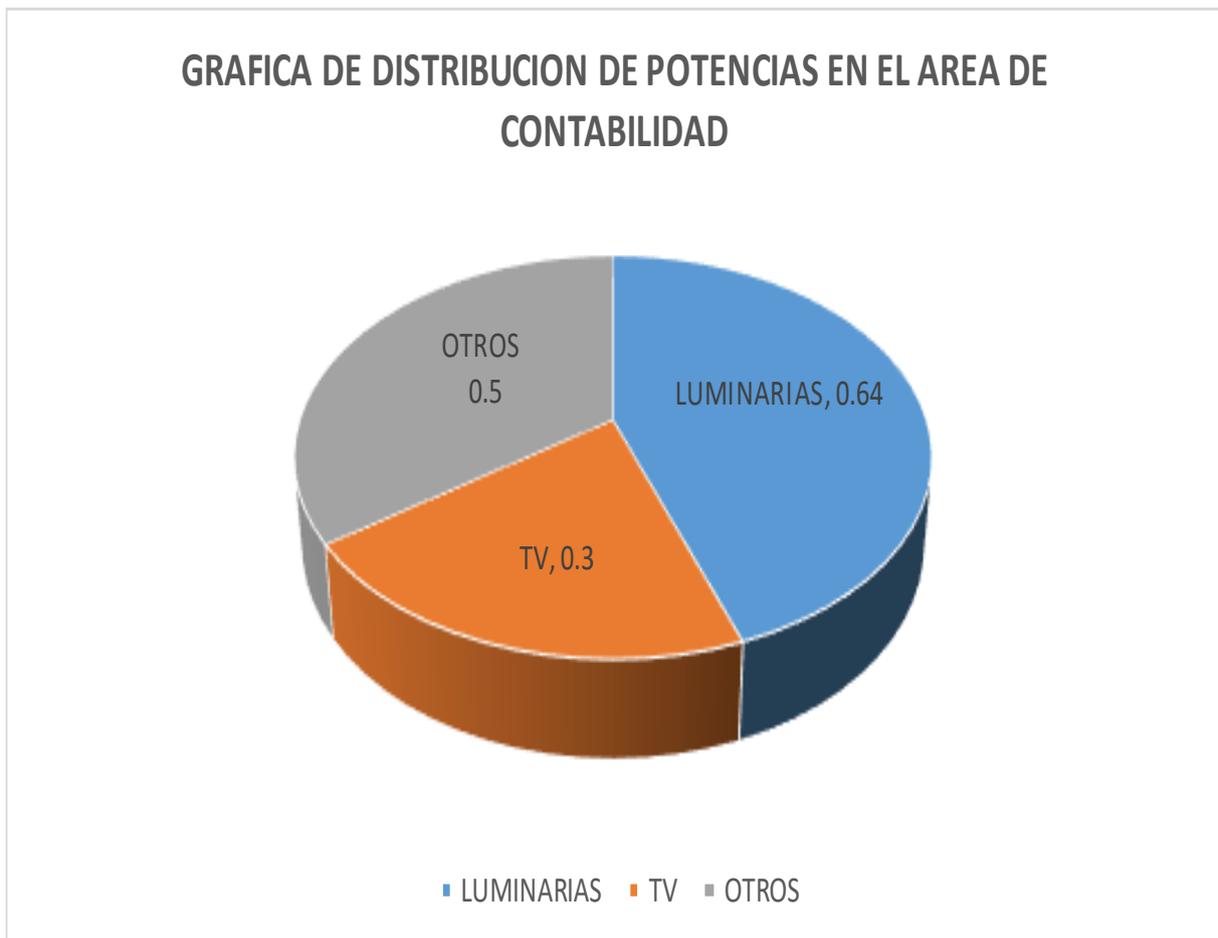
AREA: PRODUCCIÓN	
ETAPAS	TOTAL (kW)
ETAPA DE PRE-LIMPIEZA	7,1
ETAPA DE DESCASCARADO	25,15
ETAPA DE SEPARACION	7,41
ETAPA DE PULIDO	92,67
ETAPA DE CLASIFICACION	4,82
ILUMINACION	0,83
OTRAS CARGAS	0,11

Figura 20: Grafica de distribución de potencias en el área de producción.



AREA: CONTABILIDAD	
DENOMINACION	TOTAL (kW)
LUMINARIAS	0,64
TV	0,3
OTROS	0,5
TOTAL 2	1,44

Figura 21: Grafica de distribución de Potenciales en el área de contabilidad



ANEXO 2: SECUENCIA DE ARRANQUE

SECUENCIA DE ARRANQUE					
1	ELEVADOR DE CANGULONES 1	2,2	220/380V	4,18	Directo
2	ELEVADOR DE CANGULONES 2	2,2	220/380V	4,18	Directo
3	ZARANDA PRE- LIMPIEZA	4,9	220/380V	9,31	Directo
4	DESCASCADORA	10,45	220/380V	19,85	λ - Δ
5	SUCCIONADOR DE POLVILLO	18,7	220/380V	35,51	λ - Δ
6	MESA PADY	3,73	220/380V	7,08	Directo
7	ELEVADOR POR CANGILONES 3	2,2	220/380V	4,18	Directo
8	ELEVADOR POR CANGILONES 4	1,1	220/380V	2,09	Directo
10	PULIDORA	36,8	220/380V	69,89	λ - Δ
11	MESA ROTADORA VAIVEN	1,5	220/380V	2,85	Directo