



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Análisis de los indicadores energéticos para mejorar la eficiencia energética del
Molino Sudamérica

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Sánchez Vidal, Víctor Pavel (ORCID: 0000-0001-8678-0156)

ASESOR:

Dr. Salazar Mendoza, Jesús Aníbal (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

CHICLAYO – PERÚ

2019

Dedicatoria

A Dios por permitirme lograr mis metas; a mi madre por ser el impulso necesario para seguir; a mi esposa por ser la fuente de inspiración para poder dar lo mejor de mí; a mi hija por ser la persona que hace que siga esforzándome cada vez más.

Víctor Pavel Sánchez Vidal

Agradecimiento

A mis docentes por brindarme sus conocimientos, experiencias y ética profesional, las cuales me han permitido desarrollar mi capacidad intelectual siempre de la mano con los valores éticos y morales.

Víctor Pavel Sánchez Vidal

Índice

	Pág.
Carátula.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento	iii
Índice.....	iv
Índice de Figuras	vi
Índice de Tablas.....	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2. Trabajos previos.....	5
1.3. Teorías Relacionadas al Tema.....	10
1.4. Formulación del problema	20
1.5. Justificación del Estudio	20
1.6. Hipótesis.....	21
1.7. Objetivos.....	22
II. MÉTODO	22
2.1. Diseño de Investigación.....	22
2.2. Variables Operacionales.....	22
2.3. Población y Muestras.....	25
2.4. Técnica e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	25
2.5. Métodos de análisis de datos	28
2.6. Aspectos Éticos.....	28

III. RESULTADOS	29
3.1. Realizar una Auditoria energética en el Molino Sudamérica.....	29
3.2. Determinar los indicadores energéticos del proceso productivo dentro de la planta	60
3.3. Propuestas de Planes o actividades para mejorar la eficiencia energética.....	63
3.4. Evaluación económica de las mejoras planteadas	74
IV. DISCUSIÓN.....	78
V. CONCLUSIONES	79
VI. RECOMENDACIONES.....	80
REFERENCIAS.....	81
ANEXOS	

Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1. Representación gráfica de las definiciones de Horas punta (HP) y horas fuera de punta (HFP).....	19
Figura 2. Representación gráfica de las definiciones antes mencionadas	20
Figura 3. Diagrama de Fujo, área de Secado.....	31
Figura 4. Diagrama de Fujo, área Pilado.....	32
Figura 5. Diagrama de Fujo, área de Añejado.....	33
Figura 6. diagrama de porcentajes del uso de fuentes de energía con respecto al glp y electricidad.....	34
Figura 7. Diagrama de consumo de los meses de mayo del 2018 a marzo del 2019.	39
Figura 8. Diagrama de importe facturado por cargos de energía eléctrica de mayo del 2018 a marzo del 2019	40
Figura 9. Registro de la potencia eléctrica de demandada en el área de añejado	41
Figura 10. Registro de la potencia eléctrica de demandada en el área de pilado	41
Figura 11. Registro de la potencia eléctrica de demandada en el área de secado.....	42
Figura 12. Factor de potencia en la gestión de energía eléctrica.....	49
Figura 13: Factor de potencia del banco de condensadores, mostrado por el Power Logic de la marca Schneider.....	54
Figura 14. Resultados de las mediciones realizadas al transformador de pilado brindaron los siguientes resultados	54
Figura 15. Factor de potencia medido en los días 28 de mayo al 31 de mayo del 2019	55
Figura 16. Factor de potencia medido del banco de condensadores del área de secado, en los días 20 de mayo al 24 de mayo del 2019.....	56
Figura 17. Representación del registro de un día de producción	57

Índice de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Pliegos tarifarios y características para la facturación, usuarios en media tensión (MT)	16
Tabla 2. Pliegos tarifarios y características para la facturación, usuarios en baja tensión (BT).....	17
Tabla 3. Variables de Operacionalización.	24
Tabla 4. Técnicas de recolección de datos	25
Tabla 5. Potencias de transformadores con respecto al área de proceso.....	35
Tabla 6. Descripción del tipo de sistema energético suministrado	35
Tabla 7. Registro de cargas instaladas en el área de secado del molino Sudamérica.	36
Tabla 8. Registro de cargas instaladas en el área de pilado del molino Sudamérica.	37
Tabla 9. Registro de cargas instaladas en el área de añejado del molino Sudamérica.	38
Tabla 10. Historial de consumo energético e importe de los meses de mayo del 2018 hasta marzo del 2019.....	39
Tabla 11. Especificaciones técnicas del motor de la pulidora Oyama 1	43
Tabla 12. Mediciones realizadas al sistema.....	43
Tabla 13. Especificaciones técnicas del motor de la Pulidora Oyama 2	45
Tabla 14. Mediciones realizadas al sistema.....	45
Tabla 15. Especificaciones técnicas del motor de la pulidora de agua	46
Tabla 16. Mediciones realizadas al sistema.....	46
Tabla 17. Especificaciones técnicas del motor.....	47
Tabla 18. Mediciones realizadas al sistema.....	48
Tabla 19. características de operación de los motores de la pulidora Oyama 1	49
Tabla 20. características de operación de los motores de la pulidora Oyama 2	51
Tabla 21. Estos motores presentan las siguientes características de operación	52
Tabla 22. Comparación de los Resultado obtenidos de los cálculos anteriores	53

Tabla 23. Cantidad y características de las luminarias en los almacenes.....	58
Tabla 24. Cantidad y características de las luminarias en las áreas de añejado	58
Tabla 25. Cantidad y características de las luminarias en las áreas de pilado	58
Tabla 26. Cantidad y características de las luminarias en las áreas administrativas	58
Tabla 27. Características de las bombillas de iluminación usadas.....	59
Tabla 28. Indicadores energéticos mensuales	60
Tabla 29. Indicadores energéticos del área de secado en los días 20 al 23 de mayo del 2019.....	61
Tabla 30. Indicadores energéticos del área de añejado en los días 18 al 19 de mayo del 2019.....	62
Tabla 31. Indicadores energéticos del área de pilado en los días 27 al 29 de mayo del 2019.....	62
Tabla 32. Comparación de pagos, en los meses de enero, febrero y marzo, según el tipo de pliego tarifario.....	67
Tabla 33. Características del motor actual, utilizado en la pulidora Oyama 1 ..	67
Tabla 34. Características del motor actual, utilizado en la pulidora Oyama 2 ..	69
Tabla 35. Características del motor actual, utilizado en la pulidora de agua....	71
Tabla 36. Cantidad y características de las luminarias actuales del molino Sudamérica.	72
Tabla 37. Cantidad y características de las luminarias propuestas para la mejora y el ahorro energético del molino Sudamérica.	73
Tabla 38. Características, cantidad y coste de los elementos requeridos para la mejora de la calidad de energía del molino Sudamérica.....	74
Tabla 39. Inversión requerida para el cambio de equipos y elementos de iluminación	75
Tabla 40. Ingresos generados con la implementación	76

RESUMEN

El proyecto de investigación propone realizar una auditoría energética al Molino Sudamérica, el cual está ubicado en la carretera Panamericana Norte Km. 779, para ver los tipos de mejoras que se podrían realizar en dicho molino. Con respecto a su consumo energético, se determinaron los consumos energía por línea productiva mediante la recopilación de datos en cada una de ellas, en el caso de las áreas de secado y pilado, los datos fueron obtenidos mediante registro de energía en días de producción y en el caso del área de añejado, se obtuvieron los datos de manera individual en 2 añejadoras, en su periodo respectivo de trabajo. Obteniendo como resultados una máxima demanda de 205KW en el área de añejado, 249.43KW en el área de pilado y 147KW en el área de secado.

En un segundo momento se determinaron indicadores energéticos del proceso productivo de dos maneras, la primera mediante los valores de producción mensual entregados por el área de producción y los registros de consumo de energía de meses anteriores y la segunda analizando los consumos de energía de las tres áreas de producción (secado, pilado y añejado), estos valores fueron obtenidos mediante mediciones y comparadas con el consumo de producción general en dichos periodos.

Se propone planes o actividades para mejorar la eficiencia energética, que tiene como objetivo principal brindar soluciones para evitar el exceso de consumo de energía y generar una cultura de ahorro de energía y cuidado del medio ambiente dentro de las instalaciones del molino, se propone realizar el cambio de motores convencionales por motores de alta eficiencia y el cambio de luminarias por unas más eficientes y de más luminosidad.

De acuerdo a las evaluaciones realizadas y las propuestas planteadas se pudo indicar que el molino puede llegar a obtener un ahorro de **S/. 789.44** soles al mes o **S/. 9473.28** al año, indicando que los estudios realizados son correctos.

Palabras claves: Auditoría energética, Indicadores energéticos, eficiencia, pliegos tarifarios.

ABSTRACT

The research project proposes an energy audit to see the types of improvements that can be made in the Sudamerica mil, wich is located on the Panamericana Noth highway km 779, to know the types of improvensents that could be made in said plant. With respect to their energy consumption, energy consumption was determined by production line by collecting data in each of them, in the case of drying and pile-up areas, the data were obtained by recording energy on production days and in the case of the aging area, the data were obtained individually (2 añejadoras), in their respective work period, obtaining as a result a maximum demand of 205KW in the aging area, 249.43KW and 147KW in the drying area . In a second moment, energy indicators of the production process were determined in two ways, the first through the monthly production values delivered by the production area and the energy consumption records of previous months and the second analyzing the energy consumption of the three production areas (drying, piling and aging), these values were obtained through measurements and compared with the general production consumption in these periods. Plans or activities are proposed to improve energy efficiency, whose main objective is to provide solutions to avoid excess energy consumption and generate a culture of energy saving and environmental care within the mill facilities, it is proposed to carry out the Change of conventional motors for high efficiency motors and the change of luminaires for more efficient and brighter ones. According to the evaluations carried out and the proposed proposals, it was possible to indicate that the mill can achieve savings of S /. 789.44 soles per month or S /. 9473.28 per year, indicating that the studies carried out are correct.

Keywords: Energy audit, Energy indicators, efficiency, tariff schedules.

I. INTRODUCCIÓN.

1.1. Realidad Problemática.

El uso eficiente de energía es uno de los problemas principales de la sociedad actualmente debido al incremento en la población y el crecimiento industrial, esto ha causado una gran demanda de los recursos energéticos los cuales no son utilizados de manera eficiente, generando el limitado acceso de estos para otros sectores de la sociedad siendo muchas veces los de menores recursos económicos los más perjudicados.

1.1.1. A nivel Internacional

Se estima que entre 2010 - 2040 la demanda de energía en África ascenderá 85%, siendo de 330 Tera vatios/h para uso industrial y 90 Tera vatios/h para uso residencial en el 2010, ocasionada por la forma de crecimiento acelerada de las urbanizaciones, esto a su vez debido a una desigualdad económica muy marcada entre las sociedades africanas. Esta escala en la demanda de energía podría ser afrontada mediante políticas que permitan un correcto consumo de la energía, hasta alcanzar la eficiencia energética, pero a estas se le presentan grandes dificultades en su camino. La pobreza y desigualdad económica presente en los países africanos ha generado dificultades en la aplicación de las políticas de eficiencia energética; la limitada concientización de la población en sus beneficios, falta de personal calificado para la implementación de políticas, y el desinterés de los líderes en ser aplicadas son algunos de los principales retos que se deben afrontar para lograr conseguir un correcto desarrollo sostenido de estas políticas. (Pielli, y otros, 2014)

Incluso países con altos niveles económicos, crecimiento poblacional y auge de las actividades económicas son víctimas de la falta de eficiencia energética que perjudica los niveles energéticos, causando un crecimiento insostenible, tal es el caso de los Emiratos Árabes Unidos

que en las últimas décadas gracias a la abundancia de hidrocarburos desplazó la necesidad de políticas de eficiencia energética que regularía el consumo de energía de esta nación. Aunque muchos de los emiratos que conforman los EAU ya están aplicando políticas de concientización en el consumo de energía aún le queda mucho camino por recorrer a esta gran nación. (Karlsson, y otros, 2015)

Si bien es cierto que es importante la aplicación de políticas de eficiencia energéticas a nivel mundial es necesario para poder realizar un correcto estudio del estatus de las naciones, las variables que determinan el sendero que se debe seguir para lograr su objetivo. El Organismo Internacional de energía atómica describe la importancia del análisis de los indicadores energéticos, en su informe “Indicadores energéticos del desarrollo sostenible: directrices y metodología”, en el cual explica la relevancia de estos en la identificación de las interacciones entre las variables que no pueden ser evidentes de manera simple, así como el inicio y las consecuencias de los procesos productivos. El informe también resalta que la aplicación de un determinado grupo de indicadores energéticos a unos países no necesariamente puede ser aplicado a otro o que resultados similares en los indicadores energéticos no indican las mismas tasas de crecimiento de un país (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2008)

1.1.2. A nivel Nacional

Al igual que en muchas naciones en vía de desarrollo nuestro país no ha sido exento de los problemas energéticos mundiales, debido a un aumento del nivel poblacional, el crecimiento de las industrias y del transporte.

En el Perú las empresa de manufactura y de minería son causantes del 56% de la demanda de energía eléctrica; siendo los principales consumidores de energía eléctrica los equipos movidos mediante motor, ocupando entre el 60% y 70% del consumo y la iluminación entre 7 o 10 %, describe el Osinerming , además, 6 de cada 10 empresarios no toma

acciones para mejorar la eficiencia energética en sus empresas generando en la mayoría de los casos que estas tengan consumos innecesarios de energía que los lleva a tener sobre costos en su producción. (El comercio, 2018)

Según el doctor Alberto Ríos Villacorta en su estudio “Futuro de la Energía en Perú” afirma que el Perú es una nación sin mayor desarrollo en eficiencia energética debido a políticas que solo buscan fuentes energéticas de bajo costo y a que la gran mayoría de las empresas generadoras de energía no tienen el interés de ahorrar o mejorar la eficiencia, debido a que su fuente de ingresos proviene del consumo. Otro dato importante es la fiel dependencia de recursos fósiles de nuestra nación que no está permitiendo que podamos posar nuestra mirada en recursos más eficientes y renovables. (Rios, 2016)

En 2017 el aumento de la demanda eléctrica ha causado un incremento del 6% de su costo y su producción aumento 1.8%, según el Ministerio de Energía y Minas, si bien es cierto que debido al crecimiento del país es necesario la producción de energía; la manera más solvente de formar un crecimiento económico sostenido no es solo crear fuentes de energía sino realizar un uso eficiente y correcto de estos; realizando análisis constantes de los indicadores energéticos que nos permitan saber que llevamos las riendas del desarrollo.

Una de las principales metas de la eficiencia energética, es reducir las emisiones de CO₂ en mínimas proporciones. El Perú en el 2016 arrojó a la atmósfera 57 693 toneladas de CO₂, siendo una cantidad 8,16% mayor al año 2015, lo cual nos ubicamos en el puesto 132 del ranking mundial de países por emisiones de CO₂, de una lista de 186 países. (Expasión, 2016)

La idea de desarrollo debe ir de la mano de un crecimiento sostenible y responsable de los recursos que se tiene, mejorando la calidad de vida de la población y eliminando el daño al planeta.

1.1.3. A nivel Local

La Molinera Sudamérica S.AC. se encuentra ubicada en el Km779 de la carretera panamericana norte, en el departamento de Lambayeque. Empresa agroindustrial dedicada al procesamiento y comercialización de arroz fresco y añejo. Su constante crecimiento ha venido de la mano de la implementación de nuevas maquinarias que mejoraron el procesamiento del arroz y la calidad del producto final, este aumento en la producción ha demandado un incremento en el uso de los recursos energéticos dentro de la planta.

La planta inicio sus labores en el 2006 como empresa de pilado, comercialización de arroz y venta de fertilizantes, y para el 2009 se dedicó exclusivamente al servicio de pilado. Actualmente la empresa tiene 3 líneas de producción: pilado, secado y añejado, para lo cual cuentan con 3 subestaciones, una para cada línea de producción, siendo estas de 315 KVA, 250 KVA y 400KVA respectivamente. Estas líneas de producción entregan en épocas de campaña, las cuales son de diciembre a febrero y de mayo a setiembre, 4.5 Ton / hora de arroz fresco y 52000 Ton / día de arroz añejo.

La empresa cuenta con planes de mantenimiento preventivo y correctivo, pero solo mecánico, los cuales muchas veces solo son realizados por los operarios y ayudantes. Los dispositivos eléctricos no son considerados en los planes de mantenimientos debido a que no se cuenta con personal técnico calificado dentro de planta que pueda realizar alguna revisión, verificación y análisis de los dispositivos eléctricos. Otro punto muy importante es la falta de equipos que permitan realizar mediciones de los consumos eléctricos dentro de planta por tal motivo solo se limitan a analizar los valores entregados por los recibos emitidos por la concesionaria eléctrica. Según dichos recibos la empresa tiene un promedio de máxima demanda eléctrica de 487 kW y una potencia instalada 420 kW.

En la planta actualmente no se viene realizando una monitorización de los consumos energéticos, debido a esto, no se está ejecutando una

cuantificación de manera precisa de los recursos energéticos utilizados en las distintas áreas de la empresa, ni del nivel de eficiencia con la que estas cuentan generando un uso desordenado de recursos.

Por tal motivo se propone realizar la identificación de los indicadores energéticos más importantes en el desempeño energético de la planta, determinando las variables que afectan directamente en los costos de producción, sus tendencias de crecimiento o disminución en el tiempo, efecto dentro del consumo energético y de esta manera determinar estándares que ayuden a mejorar la eficiencia energética de la planta.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. A nivel Internacional

**“Estudio de la eficiencia energética en una fábrica de zapatos”,
Verapaz – Guatemala** (Monterroso Moscoso, 2015)

El estudio fue realizado en la Planta de calzado Cobán en la ciudad Alta Verapaz – Guatemala, la cual es una empresa que cuenta con una serie de equipos trabajar su materia prima y finalmente lograr un producto final, siendo utilizados para esto energía eléctrica y térmica (a través de su caldero)

Inicialmente se procedió a recabar la información necesaria de los procesos de producción mediante datos brindados por la misma empresa y las entrevistas al personal. Esta información permitió tener conocimiento de las interacciones de los procesos; de esta manera se pudo plantear posibles hipótesis de los consumos energéticos excesivos de la empresa.

Se recabaron datos de las curvas y consumos de energía eléctrica de la empresa, datos que fueron solicitados por la empresa a su concesionario eléctrico, estos datos sirvieron para verificar las potencias y energía consumidas por la empresa en los últimos años de producción, verificando que estos no superaban su potencia contratada; posterior a esto se describió el uso del recurso de energía eléctrica dentro de la planta sectorizándola en tres grupos: tenerías, zapatería e Inyección PU. Esto permitió diagnosticar el

estatus energético de la empresa calculando la potencia consumida mensual y anualmente, permitiendo calcular el costo eléctrico de los procesos de producción.

Habiendo terminado con los primeros estudios se inició las mediciones en campo a través del analizador de redes HT GSC59 el cual fue colocado por un lapso de una semana en el interruptor principal de la planta; brindando valores de voltaje, corriente, potencia, energía y distorsión armónica de la planta, valores necesarios para verificar el estatus de la calidad energética, que se les estaba brindando y consumos reales de la planta.

Para finalizar se dio un informe del estatus energético de la empresa, los puntos de consumo energético más alto, los posibles problemas que podrían tener, las medidas de ahorro energético que deberían ser implementadas en la empresa para poder mejorar la eficiencia energética y el diseño de un plan de gestión energética.

“Estudio y análisis de eficiencia Energética del Sistema Eléctrico del Hospital IESS-IBARRA”, San Golqui - Ecuador (Gilberto, 2015)

El proyecto de investigación describe el estudio realiza un análisis de la eficiencia energética del sistema eléctrico del Hospital Ibarra en la ciudad de San Golqui, en Ecuador.

El estudio inicio realizando un análisis de los consumos eléctricos de los años 2013 y 2014 para identificar cuál es su máxima demanda, para luego proceder a ejecutar un registro de los equipos eléctricos y balance energético. El balance energético dio como resultado que dentro del hospital que el sector iluminación era el mayor consumidor de energía, utilizando un 57.14% del total de energía consumida.

Se realizó el cálculo de los índices energéticos del hospital, a su vez, para la mejora de estos se trabajó de manera principal con el

sistema de iluminación, tomando como punto principal de mejora el cambio de las luminarias convencionales por tecnologías LED. Esto conllevaría a una reducción de 28.3% del consumo de energía que el hospital consume al día y un 29.36% del consumo total de sistema eléctrico.

Finalmente se realizó un análisis financiero, dando como resultado el tiempo de recuperación de lo invertido, dando como resultado que el proyecto era viable.

1.2.2. A nivel Nacional

“Propuesta de mejora en la gestión energética en una empresa del sector alimentos”, Lima (Salgado Muñoz-Nájar, 2014)

Esta investigación explora la posibilidad de mejorar la gestión de calidad energética en la empresa OVO PRODUCTOS DEL SUR S.A., es una empresa que se dedica a producir alimentos para personas que practican el fisicoculturismo, aplicando la Norma ISO 50001.

Se evaluó las características de consumo eléctrico de la empresa, distribuyendo en las siguientes áreas: sala de máquinas, planta de agua, homogenización, planta CIP, rotura, volteo, blancos, Spraydrier, cuartos calientes, mezcla y cámaras. Mediante el análisis eléctrico se logró identificar que las áreas de sala de máquinas y blancos eran las que tenían el mayor consumo eléctrico.

Luego de una evaluación de las características eléctricas de la empresa, así como, de los recibos de facturación eléctrica se identificaron dos puntos importantes que generan un alza en el cobro de consumo eléctrico de la empresa. El primer punto es que la empresa se encuentra trabajando dentro del horario de hora punta (6:00 p.m. hasta 11:00 p.m.) y el otro es que su factor de calificación es mayor del 0.5 en los últimos años. Por tal motivo se proponen dos alternativas para reducir el índice de facturación eléctrico:

-Alternativa 1: Control de los Picos de Demanda

-Alternativa 2: Mejorar el factor de calificación

Se decidió que la alternativa más viable es la de mejorar el factor de calificación, por ende, se procedió a plantear las fases que indica la Norma ISO 50001 para mejorar la gestión energética. La investigación concluye afirmando que al aplicar las políticas de gestión energética la empresa podrá lograr el ahorro energético deseado.

1.2.3. A nivel Local

“Diseño de un sistema de Gestión Energético para la aplicación de la Norma ISO 50001 en el Campus de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo”, Chiclayo (Echeandía Diez, 2016)

En este trabajo se realiza una auditoria energética a la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo para posteriormente con los resultados obtenidos realizar una buena gestión del recurso energético consumido por la universidad; mediante el uso de la Norma ISO 50001.

El estudio inicia realizando un análisis estructural y organizacional de la universidad para poder identificar las características de cada nivel de la organización y las funciones desempeñadas en la universidad posterior a esto; se llevó a cabo el estudio energético que brinda las variables energéticas a ser analizadas para poder encontrar consumo y distribución energética de la universidad, estos datos fueron tomados en las 2 subestaciones de la universidad a través de un analizador de redes FLUKE 1743 Power Quality – Logger., el cual brinda variables de voltaje, corriente, potencia, energía y armónicos dentro de las instalaciones, tras el análisis se identificaron a los consumidores energéticos más altos de la universidad; permitiendo saber cuáles serían los puntos a tomar en cuenta para el planteamiento de soluciones a mediano y largo plazo.

Luego de los análisis realizados se brindó a la universidad un informe que indica los problemas en los consumidores energéticos de mayor rango, las soluciones que se deberían implementar para solucionar los problemas presentes y las medidas futuras a

implantar, también se indicó cual sería las responsabilidades de cada uno de los miembros de las estructuras organizacional en la soluciones propuestas para la mejora energética y resalta la aplicación de una carta de compromiso que debería ser firmada por los miembros de la organización. (Echeandía Diez, 2016)

“Auditoria Energética para reducir el consumo eléctrico de la Empresa Automotores Pakatnamu”, Chiclayo (Sanchez, 2016)

En esta investigación tuvo como fin realizar una auditoria energética de las instalaciones de la empresa Automotores Pakatnamu, ubicada en la ciudad de Chiclayo, debido a que presentaba tasas de facturación por consumo eléctrico demasiado altas.

Para lograr esta auditoría, se tuvo que realizar el reconocimiento de las instalaciones de la empresa y ejecutar un levantamiento de carga y verificación de los planos eléctricos. Las instalaciones están divididas en tres zonas principales: ventas comerciales, almacén y post venta taller, para los cuales se realizó una identificación y caracterización de equipos lumínicos, eléctricos y electrónicos en cada una de estas áreas, registrándose todo en una plantilla.

Tras la identificación de equipos se procedió a realizar el análisis de las características del suministro de energía eléctrica. Luego de los análisis previos, se dispuso encontrar los puntos donde la empresa no empleaba un buen nivel de eficiencia, resaltando el uso de fuentes de iluminación artificial de manera innecesaria y la falta de un control de los consumos energéticos dentro de la empresa.

La investigación finaliza, entregando una matriz energética, la cual ubica con un 43% al uso fuentes de luz artificial, por tal motivo, se brinda una lista de soluciones para bajar los índices de consumo de estas, como son, cambio de equipos lumínicos por el tipo led, reducción del uso de luz artificial y un mejor aprovechamiento de la luz natural.

1.3. Teorías Relacionadas al Tema

1.3.1. Energía

“La energía se define de forma general como toda causa capaz de producir un trabajo, y su manifestación es precisamente la realización de su virtualidad, es decir la producción de un trabajo” (Juana, y otros, 2008)

Existen dos tipos de energías, las macroscópicas y las microscópicas.

a) **La energía macroscópica**, tiene dos tipos:

***Potencial:** Dependerá de la posición en la que se encuentra en la tierra

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Ecuación 1

Dónde:

m = Masa

g = Gravedad

h = Altura

***Cinética:** Dependerá del movimiento

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Ecuación 2

Dónde:

m = Masa

v = Velocidad

b) **La energía Microscópica**, tiene tres tipos:

***Energía Mecánica Interna**, es la energía cinética y potencia de los átomos

***Energía Química**, almacenadas en los enlaces de las sustancias

***Energía Atómica**, se encuentra en el interior del átomo

1.3.2. Fuentes de Energía

La energía puede provenir de distintas formas, se puede clasificar de distintas maneras:

***Por su obtención**, son aquellas en las que su obtención depende directamente de ellas, no tienen que pasar mediante otra fuente de energía.

-Primarias: Carbón, petróleo, gas natural, etc.

-Secundarias: Electricidad, derivados del petróleo, carbón natural, etc.

***Por su capacidad de autogeneración**, son aquellas en las que su consumo pueda ser repuesto o pueda ser agotado.

-Renovables: solar, eólica, biomasa, etc.

-No renovables: fósiles, nuclear, etc. (Matesanz, 2008)

1.3.3. Eficiencia Energética en el uso de la energía

“El uso de una fuente de energía es un proceso de transformación de un tipo de energía en otro, no puede conseguirse de forma completa, pues siempre una parte de la energía debe quedar degradada”. (Juana, y otros, 2008)

El rendimiento de un proceso, o también llamado eficiencia de un proceso, emplea un determinado tipo de energía para producir otra necesaria para el fin propuesto, es definido mediante la ecuación:

$$\eta = \frac{E_{up}}{E_a} \quad \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

η : Eficiencia

E_{up}: Energía útil Producida

E_a: Energía Absorbida o empleada

Inicialmente el termino eficiencia energética era utilizado para describir el comportamiento de algunos equipos o procesos, basándose en la relación entre la energía útil y la energía empleada que estos requerirán. Actualmente el término no solo hace referencia a la reducción del consumo energético sin modificar la obtención del mismo producto, sino que, también a reducir lo que el uso de la energía ocasiona al medio ambiente y al estilo de vida de la sociedad. (Matesanz, 2008)

1.3.4. Gestión de la Energía

“La gestión consistente de la energía, permite identificar oportunidades para mejorar la eficiencia energética proporcionando las bases para mejorar el desempeño energético de una organización” (Aranda, y otros, 2014)

“La implementación de un sistema de gestión de la energía (SGEn) garantiza la mejora del desempeño energético y de la eficiencia energética; la norma ISO 50001 servirá como guía para el desarrollo e implementación del mismo” (Aranda, y otros, 2014)

Norma ISO 50001 “Sistema de Gestión Energética”

Esta Normativa es un estándar que ayuda a las organizaciones a mejorar los usos de la energía, enfocado en la mejora continua. La normativa aplica la filosofía PDCA (Plan, Do, Check y Act)

-Plan: Observa las oportunidades de mejora y los planes a seguir para alcanzarla

-Do: Demostrar el cambio y realizar estudios

-Check: Analiza los estudios, verifica los resultados y ve que se aprendió

-Atc : Aplica acciones aprendidas del análisis del estudio

1.3.5. Auditoria Energética

“Es un conjunto de procesos que nos permiten adquirir suficientes conocimientos fiables del consumo energético de la empresa para localizar factores perjudiciales al consumo de energía” (Ministerio de Energia y Minas, 2007)

La Norma UNE162447-1 brinda a las organizaciones e instituciones la manera de como proyectar y realizar una auditoria energética. Entre los beneficios alcanzables mediante la implementación de una auditoria energética tenemos:

- Optimiza el consumo energético
- Amplia el tiempo de vida de los equipos
- Mejora la productividad al reducir costos
- Ayuda a concientizar sobre el respeto al medio Ambiente.

Desempeño Energético

“Resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de la energía” (Carretero, y otros, 2015 pág. 17)

Pero el desempeño energético incluye, además, la necesidad de establecer unos indicadores que describan la evolución de las diferentes tendencias observadas de parámetros energéticos de interés para la organización. Esta parte del concepto de desempeño energético recoge la necesidad de establecer sistemas de medida y tratamiento de datos de dichos parámetros para traducirlos a unos indicadores que faciliten la interpretación de la evolución de la optimización energética en la organización, resultando así similar a la definición de unos criterios de evaluación de la significatividad de aspectos energéticos, presente en referencias normativas precedentes. (Carretero, y otros, 2015)

Indicadores de la Eficiencia Energética

“[...] Sirven para demostrar si un elemento es más energoeficiente que otro.”
(Agencia Internacional de la Energía, 2016)

Los indicadores de eficiencia energética pueden ser muy generales (el consumo total de los electrodomésticos) o desagregados (el consumo promedio de gas natural para la aplicación de la calefacción de una unidad de construcción en los hogares particulares). Por lo general, el consumo de energía es el numerador y los datos por actividad el denominador. Existen casos, como el “consumo energético” de los vehículos, que puede expresarse en volúmenes (litros, galones) sin convertirlos a unidades de energía. (Agencia Internacional de la Energía, 2016)

- Energía eléctrica consumida / cantidad producida (Kwh/und)
- Energía Térmica consumida / Horas trabajadas ($Joule/h$)
- Energía lumínica / área de trabajo ($Lumen/m^2$)

La obtención de datos y la preparación de indicadores, no deben considerarse un fin en sí mismo, sino más bien un punto de inicio para otros fines. Como se indica en lo anterior se debe juntar datos y desarrollar indicadores únicamente en caso de que sean aprovechados amplia y eficientemente. (Agencia Internacional de la Energía, 2016)

1.3.6. Pérdidas de potencia por efecto Joule

Es un fenómeno de una dirección o irreversible, Si por un elemento conductor, sea cables o alambres de cobre o

cualquier otro metal, circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido al choque que sufren los electrones con las moléculas del conductor que circulan, elevando la temperatura del conductor, esto es debido a que el movimiento producido de los electrones es de manera desordenada, provocando múltiples choques continuos con los núcleos atómicos ocasionando una pérdida de energía cinética y a su vez un aumento de la temperatura en dicho conductor. (gnccaldereria, 2016)

Se presenta un estudio de las pérdidas Joule en alimentadores que conducen corrientes no sinusoidales. Distintas fórmulas propuestas dentro de la investigación se utilizaron para la estimación de la corriente de neutro y de las pérdidas producidas. En la interfaz del Alternative Transients Program, se simularon cargas con diferentes niveles de distorsión armónica, obteniendo resultados que demostraron que las pérdidas pueden llegar a ser superiores a la condición en la que se transporta la misma potencia activa sin distorsión. Se analiza un caso real y la importancia de la reducción del contenido de armónicos asociados a las pérdidas eléctricas en líneas de alimentación. (Pérdidas Joule en alimentadores que transportan corrientes armónicas, 2013)

Dentro de los estudios realizados, los autores utilizaron la siguiente ecuación para calcular perdidas de potencia por efecto joule

$$P_p = 3xI^2xR \quad \text{Ecuación 4}$$

Dónde:

P_p: Potencia perdida por efecto joule (W)

I: Corriente que circula por el conductor eléctrico (A)

R: Resistencia (Ohm)

1.3.7. Alternativas Tarifarias

Las alternativas tarifarias, según Osinergmin para usuarios en media tensión (MT) y baja tensión (BT) son las siguientes:

Tabla 1: Pliegos tarifarios y características para la facturación, usuarios en media tensión (MT)

Fuente: (OSINERGMIN, 2017)

Media Tensión		
Opción Tarifaria	Sistema y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
MT2	<p>Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P)</p> <p>Energía : Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa variable.</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por potencia activa de generación en horas de punta. e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas de punta. f) Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta. g) Cargo por energía reactiva.</p>
MT3	<p>Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P)</p> <p>Energía: Punta y Fuera de Punta</p> <p>Potencia: Máxima del Mes</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa: Contratada o Variable.</p> <p>Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por potencia activa de generación. e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución. f) Cargo por energía reactiva.</p>
MT4	<p>Medición de una energía activa y una potencia activa (1E1P)</p> <p>Energía: Total del mes.</p> <p>Potencia: Máxima del mes</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa: Contratada o Variable</p> <p>Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa. c) Cargo por potencia activa de generación. d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución. e) Cargo por energía reactiva.</p>

Tabla 2: Pliegos tarifarios y características para la facturación, usuarios en baja tensión (BT)

Fuente: (OSINERGMIN, 2017)

Baja Tensión		
Opción Tarifaria	Sistema y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
BT2	<p>Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P)</p> <p>Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa variable.</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por potencia activa de generación en horas de punta. e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas de punta. f) Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta g) Cargo por energía reactiva.</p>
BT3	<p>Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P)</p> <p>Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Máxima del Mes</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa: Contratada o Variable</p> <p>Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta.</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por potencia activa de generación. e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución. f) Cargo por energía reactiva.</p>
BT4	<p>Medición de una energía activa y una potencia activa (1E1P)</p> <p>Energía: Total del mes Potencia: Máxima del mes</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa: Contratada o Variable</p> <p>Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta.</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa. c) Cargo por potencia activa de generación. d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución. e) Cargo por energía reactiva.</p>
BT5A	<p>Medición de dos energías activas (2E)</p> <p>Energía: Punta y Fuera de Punta</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta.</p>
BT5B	<p>Medición de una energía activa (1E)</p> <p>Energía: Total del mes</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa.</p>
BT5C	<p>Alumbrado Público, medición de una energía activa (1E)</p> <p>Energía: Total del mes</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa.</p>
BT6	<p>Medición de una potencia activa (1P)</p> <p>Potencia: Máxima del mes</p>	<p>a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por potencia activa.</p>

1.3.8. Cliente prepago del servicio eléctrico

Definido como clientes prepagos del servicio o prestación eléctrica a aquellos clientes o usuarios conectados a una red de Baja Tensión que, utilizando un equipo de medición con características únicas para este fin, proceden con el pago de la prestación del servicio eléctrico con anterioridad a su uso. A estos resultados, el beneficiario procederá a adquirir en las oficinas comerciales de la empresa prestadora del servicio eléctrico, distribuidora o donde ésta lo disponga, de una cierta cantidad de energía, la cual podrá ser consumida por éste, con las limitaciones indicadas referente al consumo de potencia máxima. La cantidad de energía adquirida por el consumidor para su posterior uso, será facturado por la empresa distribuidora en función al valor del cargo tarifario correspondiente a esta opción tarifaria, el descuento por compra anticipada y los impuestos aplicables. La cantidad de energía adquirida por el usuario para su uso posterior no tendrá fecha de vencimiento. Cuando se haya terminado el monto solicitado en forma prematura por el cliente o consumidor prepago, el instrumento de medición instalado en el punto de suministro suspenderá el servicio hasta que el consumidor consiga una nueva cantidad de energía. Esta situación de suspensión del servicio no podrá ser invocada por el usuario como una interrupción en el servicio eléctrico a los efectos del cálculo de las compensaciones previstas en la normativa para el control de la calidad del servicio eléctrico. (OSINERGMIN, 2017)

1.3.9. Horas de Punta (HP) y Horas Fuera de Punta (HFP)

Es el período que abarca entre los horarios de 18:00 y las 23:00 horas durante los 365 días del año. Si el instrumento de medición correspondiente a la opción tarifaria elegida por el cliente lo permite, o si el cliente instala su sistema de medición, se excluirá en la

aplicación de las horas punta, los días domingos, feriados nacionales del calendario anual y los feriados nacionales extraordinarios programados en días hábiles. En el caso que la medición sólo permita programar los feriados con antelación sólo se considerarán los domingos y los feriados nacionales del calendario regular anual, en caso contrario se considerará además los feriados nacionales extraordinarios programados en días hábiles, según se señala en las condiciones específicas de cada opción tarifaria. (OSINERGMIN, 2017)

Se entenderá por horas fuera de punta (HFP), al resto de horas del mes no comprendidas en las horas de punta (HP). (OSINERGMIN, 2017)

Figura 1: Representación gráfica de las definiciones de Horas punta (HP) y horas fuera de punta (HFP)

Fuente: Elaboración propia



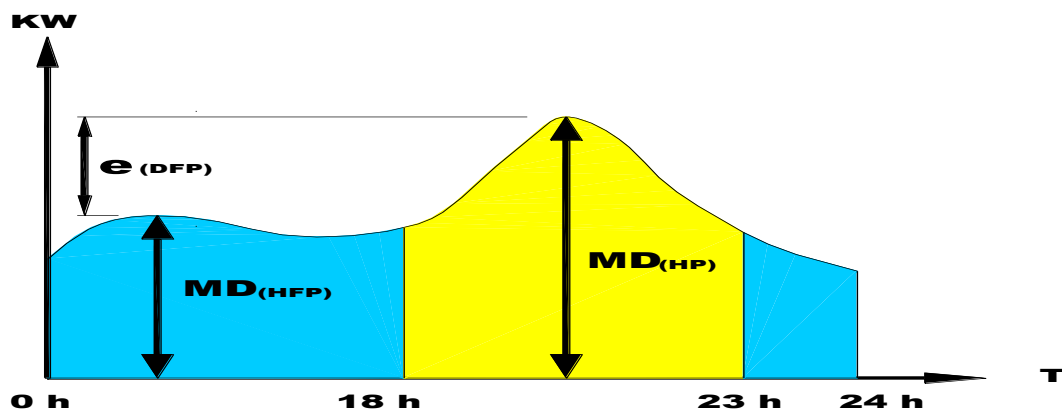
1.3.10. Demanda Máxima Mensual y Demanda Máxima Mensual en Horas de Punta

- Se entiende como demanda máxima mensual, al valor más alto de las demandas compuestas por períodos sucesivos de $\frac{1}{4}$ de hora, en el periodo de un mes.

- Se entiende como demanda máxima mensual en horas de punta, al valor más alto de las demandas compuestas en períodos sucesivos de $\frac{1}{4}$ de hora, en el periodo de punta a lo largo del mes.
- Se entiende como demanda máxima mensual fuera de punta, al valor más alto de las demandas compuestas en períodos sucesivos de $\frac{1}{4}$ de hora, en el periodo fuera de punta a lo largo del mes. (OSINERGMIN, 2017)

Figura 2: Representación gráfica de las definiciones antes mencionadas

Fuente: (OSINERGMIN, 2017)



1.4. Formulación del problema

¿Cómo se podrá mejorar la eficiencia energética en las instalaciones del Molino Sudamérica?

1.5. Justificación del Estudio

1.5.1. Técnica

Es importante porque permitirá monitorear los consumos energéticos, estableciendo indicadores que ayuden a identificar las

oportunidades de la mejora de eficiencia energética dentro de la planta y optimizar el consumo energético, así como, proyecciones de las demandas futuras, además, ayudará a generar un trabajo más eficiente de los equipos alargando la vida útil de estos.

1.5.2. Económica

La aplicación de la presente investigación generara una reducción de los montos de facturación por consumo de energía, debido a que se optimizaran los procesos existentes en la planta; lo que permitirá un menor consumo energético en el molino con los mismos niveles de producción.

1.5.3. Social

El presente proyecto permitirá presentar propuestas de mejora del ahorro de la energía, generando una cultura de responsabilidad energética dentro de los miembros de la organización, la cual podrá ser transmitida en sus hogares y comunidades. Otro punto importante es que, al reducir los consumos energéticos, estos podrán ser redistribuidos ampliando las fronteras a las zonas más necesitadas.

1.5.4. Ambiental

Mejorar la eficiencia energética generara una reducción de las emisiones de CO₂, que son las principales causantes del efecto invernadero, además, permitirá realizar un uso adecuado de los quipos, minimizando los desechos industriales, por otro lado, disminuirá los consumos eléctricos, con lo cual se aumentara la seguridad de los sistemas eléctricos.

1.6. Hipótesis

Estableciendo actividades que permitan reducir el consumo de energía, las cuales serán elaboradas como consecuencia del análisis de los Indicadores Energéticos mejorando la Eficiencia Energética en el Molino Sudamérica.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Analizar los indicadores energéticos para mejorar la eficiencia energética en el Molino Sudamérica y generar ahorro económico.

1.7.2. Objetivo Específicos

- a) Realizar una auditoria energética en el Molino de arroz Sudamérica.
- b) Determinar los indicadores energéticos del proceso productivo dentro de la planta.
- c) Proponer un plan de actividades para mejorar la eficiencia energética en el Molino de arroz Sudamérica.
- d) Realizar una evaluación económica.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación

La presente investigación es del tipo no experimental debido a que no se manipularan las variables independientes para ver los fenómenos que se presentan, además, el observador estará fuera o dentro del entorno, pero sin que esto afecte al comportamiento de la variable. También será descriptiva debido a que se observará el fenómeno que afecta a las variables, identificando las causas y efectos, para poder determinar soluciones.

2.2. Variables Operacionales

2.2.1. Variable Independiente

Indicadores Energéticos

2.2.2. Variable Dependiente

Eficiencia Energética

2.2.3. Operacionalización de las Variables

Tabla 3 : Variables de Operacionalización.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Independiente Indicadores Energéticos	Es la relación cuantificada entre dos magnitudes técnico – económico, usada para identificar el estatus energético.	En el Molino Sudamérica los indicadores se enmarcaran en relación a tonelada de arroz pilado o añejado por consumo de energía, además kwh por área para el área administrativa.	Producción KW/ TN	Razón
			Administración KW/m ² de administración	
			Personal KW/N° de empleados	
Dependiente Eficiencia Energética	“Optimización de los recursos energéticos de tal manera que para realizar una misma operación se reduzca el consumo energético”(Bedono, 2013 pag 6)	Son las buenas prácticas y políticas que se aplicaran en el molino teniendo como objetivo alcanzar una reducción del consumo de energía en los diferentes áreas de la empresa sin modificar los niveles de producción de arroz.	Eficiencia	Razón

Fuente: *Elaboración Propia*

2.3. Población y Muestras

2.3.1. Población

Para el presente proyecto de investigación se considerará que la población estará constituida por todos aquellos equipos consumidores de energía dentro de las instalaciones de la empresa Molino Sudamérica S.A.C.

2.3.2. Muestra

Para el presente proyecto de investigación se está considerando que la muestra será igual a la población.

2.4. Técnica e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Tabla 4 Técnicas de recolección de datos

Fuente: Elaboración Propia

TÉCNICA	OBJETIVOS/USO	INSTRUMENTO
Observación	Determinar la cantidad, operatividad y consumos energéticos de los equipos presente en el molino.	<ul style="list-style-type: none">• Ficha de inventario de motores• Ficha de inventario de equipos de lumínicos.• Ficha de evaluación, operatividad y consumo energético.
Entrevista	Conocer el grado de conocimiento de los trabajadores sobre indicadores energéticos y eficiencia energética.	<ul style="list-style-type: none">• Guía de entrevista.
Análisis Documentario	Revisar documentos necesarios para la investigación, como podrían ser recibos de energía, normas técnicas, manuales, etc.	<ul style="list-style-type: none">• Ficha de revisión documentaria

2.4.1. Técnica de recolección de datos

- **Observación:** Consiste en observar a los individuos en su entorno, identificando los fenómenos que se vienen presentado.

A través de la observación se identificará cada uno de los equipos, además se evaluará el estado de operatividad y el registro de los consumos energéticos, para que a partir de estos datos se pueda calcular los indicadores energéticos.

- **Entrevista:** Consiste en la realización de una entrevista para recolección de datos, sobre la problemática presente, utilizando herramientas como cuestionarios o el dialogo libre.

Se realizará una entrevista a los trabajadores del molino para lograr identificar los niveles de conocimiento referentes a la investigación a realizar, así como, los posibles problemas que ellos perciben en el molino.

- **Análisis Documentario:** Consiste en el análisis detallado de los documentos, registros, archivos y normativas.

Para el presente proyecto se revisarán los recibos de energía, información técnica de los equipos, normativas y tesis, las cuales ayudarán para el desarrollo del presente proyecto de investigación.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos para el presente proyecto serán:

- **Ficha de Inventario de Motores:** Este instrumento nos permitirá inventariar los motores presentes en la empresa, identificando la cantidad e información de estos. Consta de dos partes, en la primera se solicitará los datos de la empresa donde se realizara el inventario y de la persona encargada de este, así como, la fecha del inventario, en la segunda parte se listaran los motores y se describirá la ubicación, potencia, marca y modelo de cada motor.

- **Ficha de Inventario de Equipos de Iluminación:** Este instrumento nos permitirá inventariar los equipos de iluminación presentes en la empresa, identificando la cantidad e información de estos. Consta de dos partes, en la primera se solicitará los datos de la empresa donde se realizara el inventario y de la persona encargada este, así como, la fecha del inventario, en la segunda parte se listaran los equipos de iluminación y se describirá el área donde se ubican, el tipo de luminaria, potencia, marca y modelo, de cada equipo de iluminación.
- **Guía de entrevistar:** Este instrumento nos permitirá realizar una entrevista al personal de la empresa para poder conocer el nivel de conocimiento sobre eficiencia energética, además, nos permitirá obtener información de algunos problemas presentes en la empresa. Consta tres partes, en la primera parte se solicitarán los datos personales del entrevistado y del entrevistado, en la segunda parte se indicara cual es el objetivo de la entrevista, la cual deberá ser indicada al entrevistado, y para finalizar se realiza un direccionamiento de la entrevista por cargo desempeñado en la empresa.
- **Ficha Documentaria:** Este instrumento nos permitirá realizar un registro de los documentos revisados, sean físicos o digitales, al momento de realizar el presente proyecto de investigación. Consta de dos partes, en la primera solicitara la información del documento, como por ejemplo que tipo de documento es, nombre, la fuente, tomo, etc. En la segunda parte solicitara el contenido analizado para que sea registrado.
- **Ficha de evaluación de consumo de energía y operatividad:** Este instrumento nos permitirá realizar una evaluación de los consumos de energía de los motores y el estado de operatividad de estos .Consta de cuatro partes , en la primera se solicitara los datos de la empresa, el rubor de operación, así como, los datos de las persona encargada de la evaluación, en segundo lugar se

encuentra los datos de la información del motor, sus características eléctricas según placa y su función, en tercer lugar la evaluación de los consumos de energía para lo cual se solicitara las horas de trabajo y el tipo de arranca , así como, mediciones de voltaje y de corriente de este, y por último se hará una evaluación del estado del motor mediante la de información de mantenimientos que se le hayan dado al motor.

2.4.3. Validez y Confiabilidad

La validez del presente proyecto se enfocará a la correcta interpretación y aplicación de la metodología de investigación lo cual nos permitirá tener datos exactos y confiables, los cuales no serán adulterados por el investigador, manteniendo la confiabilidad de estos

2.5. Métodos de análisis de datos

El presente proyecto de investigación aplicará métodos estadísticos descriptivos, para analizar los datos obtenidos de nuestras variables, dichos datos se obtendrán mediante la observación y el análisis de los documentos brindados por la empresa, como los recibos de energía y manuales de los equipos. A estos datos se les aplicará tablas de distribución de frecuencia y gráficos, utilizando programas como Microsoft Excel, además, el almacenamiento de los datos obtenidos se realizará mediante de Microsoft Word.

2.6. Aspectos Éticos

En el presente proyecto de investigación me comprometo a que siempre se respetara la propiedad intelectual, la ideológica y las prácticas aplicadas por los colaboradores de la empresa sin perturbar el desarrollo de sus labores, además, me comprometo a respetar la confidencialidad de los datos proporcionados por la empresa y su análisis de manera veraz, sin la adulteración de los resultados.

III. RESULTADOS

3.1. Realizar una Auditoria energética en el Molino Sudamérica

Este nos permitirá evaluar el estado actual energético de la empresa mediante la recopilación de datos sobre el suministro y los consumos de energía que la empresa realiza, para luego poder identificar los puntos de ahorro energético.

3.1.1. Verificación del estado actual de las instalaciones y recolección de datos

Los procesos productivos dentro del molino Sudamérica son llevados a cabo en tres distintas áreas:

- **Secado:** El arroz es ingresado en una tolva de concreto y medida su humedad interna, la cual puede llegar de entre 20% a 30%, luego es transportada por un elevador hacia un pre limpia, que despojará al arroz de la mayor cantidad de impurezas, el arroz ya limpio será llevado a silos de almacenamiento a la espera del secado, en dichos silos al arroz se le inyecta aire fresco. Cuando es momento de ser secado es llevado a un elevador que carga a la secadora con el arroz que está en los silos, a este arroz se le aplica calor mediante un horno que es alimentado por pajilla, hasta que el arroz llega a estar entre 13 a 14 % de humedad interna para luego ser depositados en silos de almacenamiento a la esperar de proceso de pilado.
- **Pilado:** El arroz procedente de la secadora o que haya sido secado de manera natural al sol es llevado hasta una tolva de concreto para ser transportada hacia la prelimpia, que eliminara los desechos que hayan llegado con el arroz, luego pasa a la zaranda de palotes que se encarga de eliminar las ramas que estén presentes en el arroz luego de la pre-limpia, después pasan a las descascaradoras que eliminaran la cascara del arroz y este será transportado a la mesa paddy que se encargara de separar los arroces que no lograron ser descascarado de los que si lo fueron , y estos serán enviados a los pulidoras ollama, que

limpiaran el arroz blanqueándolo. Cuando se encuentren limpios pasaran a la pulidora de agua, la cual se encarga de dar mejor acabado y brillo al arroz, este arroz con brillos pasa atraes de 3 clasificadores de arroz, los cuales separaran por tamaños al arroz, después de ser seleccionado el arroz pasa por la mesa rotex, para finalmente ir hacia las selectoras que realizaran un trabajo de selección más fino.

- **Añejadora:** Después de que el arroz ha sido procesado, parte de este es transportado hacia silos de almacenamiento para posteriormente ser ingresados a las añejadoras, en estas máquinas al arroz se le aplica calor mediante resistencias para producir en él un envejecimiento prematuro, lo cual permite que el arroz mejore su sabor. Este añejamiento tiene una duración de 24 horas aproximadamente, luego del cual pasa 6 horas inyectándole aire mediante un ventilador, a este proceso se le llama enfriamiento, cuando el arroz termino de enfriar es descargado y llevado a silos de almacenamiento.

Figura 3: Diagrama de Flujo, área de Secado

Fuente: Elaboración propia

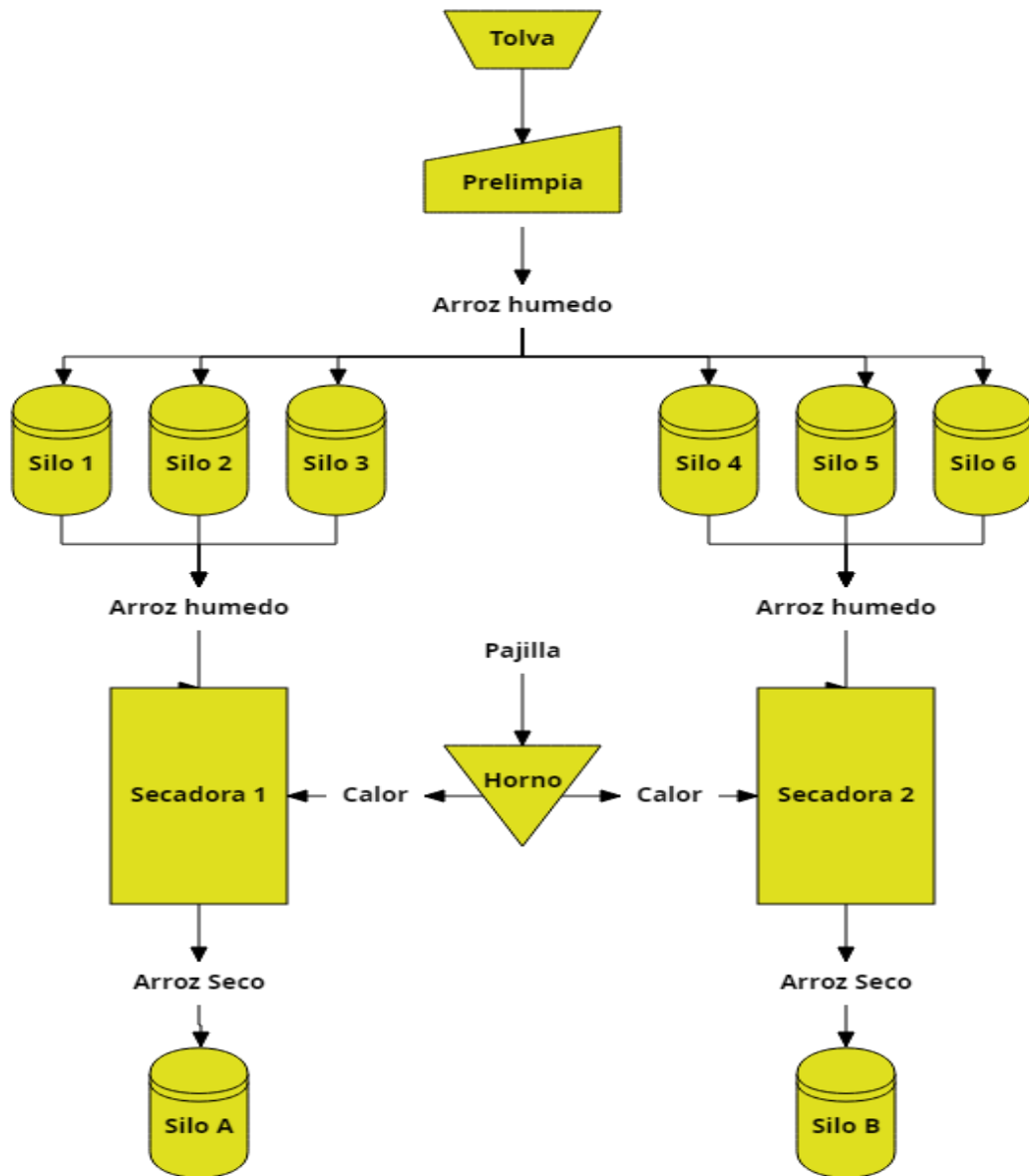


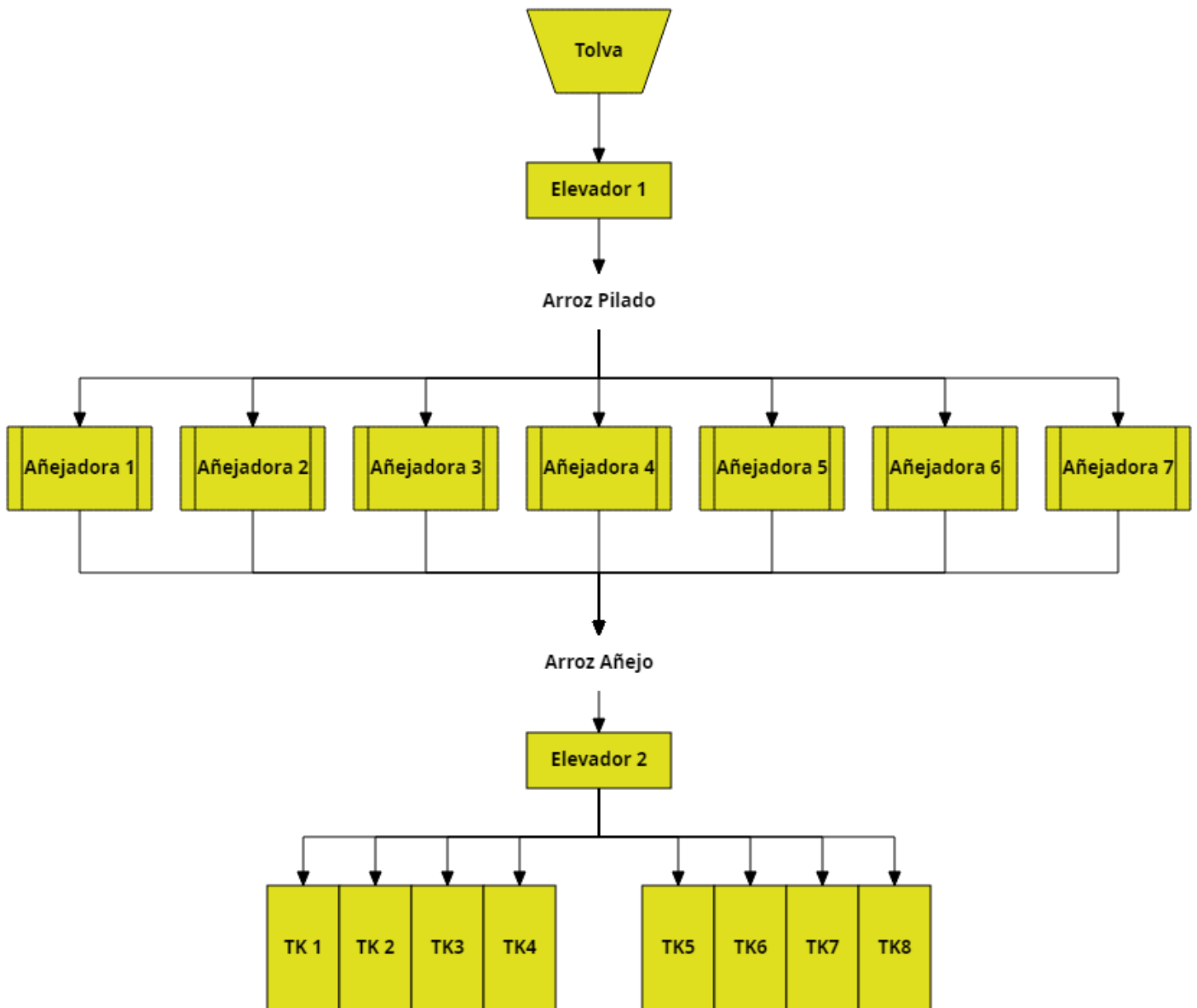
Figura 4: Diagrama de Flujo, área Pilado.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5: Diagrama de Flujo, área de Añejado

Fuente: Elaboración propia



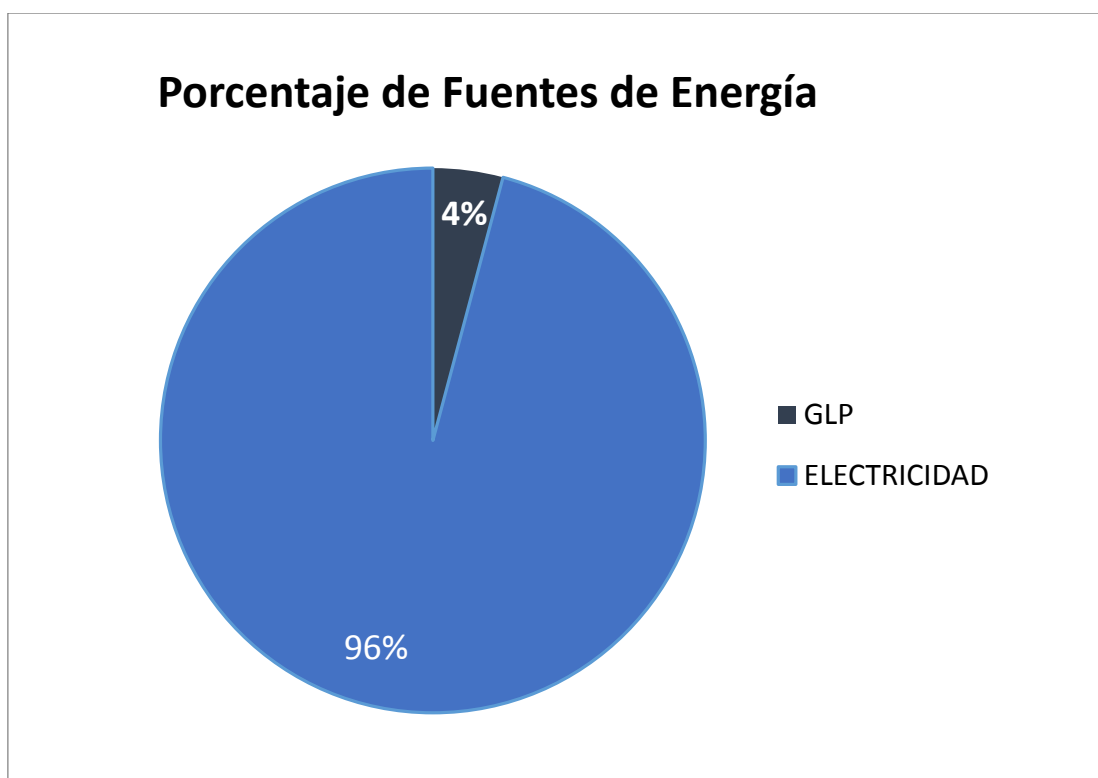
3.1.2. Fuentes de Energía dentro de la planta

La empresa molinera Sudamérica utiliza 2 tipos de fuentes de energía, la energía eléctrica y el combustible en forma de GLP, dicho sea de paso, este combustible es usado para alimentar a un montacarga.

El siguiente grafico demuestra el nivel de predominancia de la energía eléctrica como fuente primordial para los procesos productivos dentro del molino.

Figura 6: diagrama de porcentajes del uso de fuentes de energía con respecto al glp y electricidad.

Fuente: Elaboración propia



La energía eléctrica en el molino sudamerica es adquirida por la empresa en media tensión y repartida en baja tensión, en 380V trifásico y 220V monofásico, a las distintas áreas mediante 3 transformadores, dos de los cuales son de

subestación biposte y uno en subestación de caseta. Los transformadores están distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 5: Potencias de transformadores con respecto al área de proceso.

Fuente: Elaboración propia.

ÁREA	POTENCIA
Secado	250 KVA
Pilado	315 KVA
Añejado	400 KVA

El molino Sudamérica hasta noviembre del 2018 tenía como concesionaria para suministrarle energía eléctrica a la empresa electronorte en tarifa MT3, actualmente el molino se encuentra en régimen de cliente libre y tiene como concesionaria a la generadora Santa Rosa.

Tabla 6: Descripción del tipo de sistema energético suministrado

Fuente: Elaboración propia

Medición	Media Tensión
Tensión	10 KV
SED	E-202875
Sistema Eléctrico	S201 Chiclayo (ST2)
Tipo de Suministro	Trifásica – Aérea (C5.3)
Serie de Medidor	000000002804627 – Electrón.
N° Hilos de Medidor	4

3.1.3. Inventario de cargas instaladas.

Se realizó una inspección en las distintas áreas de la instalación para poder identificar las cargas instaladas que forman parte del proceso productivo.

Tabla 7: Registro de cargas instaladas en el área de secado del molino Sudamérica.

Fuente: Elaboración propia.

ÁREA DE SECADO						
ÍTEM	Cantidad	Voltaje Nominal (V)	Corriente Nominal (A)	Factor de Potencia	Potencia (W)	Potencia Total (KW)
Rastra	2	380	3.45	0.8	1500	3
Elevador 1	1	380	4.95	0.8	2200	2.2
Elevador 2	1	380	4.95	0.8	2200	2.2
Elevador 3	1	380	4.50		2200	2.2
Elevador 4	1				3000	3
Elevador 5	1				3000	3
Prelimpia principal	1					0
movil	1	400	2.25	0.84	1100	1.1
movil2	2	400	1.74	0.81	750	1.5
Zaranda	2	400	6.5	0.71	2238	4.476
Sinfín 1	1	380	3.45	0.8	1500	1.5
Sinfín 2	1	380	4.95	0.8	2200	2.2
Sinfín 3	1	380	4.95	0.8	2200	2.2
Sinfín 4	1	380	3.45	0.8	1500	1.5
Sinfín 5	1	380	6.6	0.81	3000	3
Ventiladores silos	6	380	2.2		1641	9.846
Fajas Llenado Silos	2	380		0.78	2238	4.476
Fajas Caidas Silos	4	380	5.5	0.78	2238	8.952
Ventiladores Secadora 1	3				15000	45
Ventiladores Secadora 2	3				15000	45
TOTAL						146.35

Tabla 8: Registro de cargas instaladas en el área de pilado del molino Sudamérica.

Fuente: Elaboración propia.

ÁREA DE PILADO						
ÍTEM	Cantidad	Voltaje Nominal (V)	Corriente Nominal (A)	Factor de Potencia	Potencia (W)	Potencia Total (KW)
Elevador - 0.75	12	380	2.25		750	9
Elevador - 1.1	3	380	2.97		1100	3.3
Elevador - 1.5	2	380	4.17	0.7	1500	3
Mesa Rotex	2	380	4.17	0.7	1500	3
Clasificadores 1	1	380	1.96		750	0.75
Clasificadores 2	1	380	4		1500	1.5
Clasificadores 3	1	380	7.5		3000	3
Sinfin Polvillo – Selectora	2	380	1.78	0.7	550	1.1
Sinfin pajilla 01 – 03	2	380	2.25		750	1.5
Sinfin pajilla 02	1	380	2.97		1100	1.1
Descascaradora 01 – 02	2	380	8.4	0.78	9200	18.4
Descascaradora 03	1	380	9.2		7500	7.5
Circuito	3	380	8.2	0.78	3700	11.1
Pre-Limpia	1	380	11.9		5500	5.5
Ventilador Pajilla	1	380	34.6		18500	18.5
Ventilador Polvillo 1	1	380	29.2		15000	15
Ventilador Polvillo 2	1	380	19.6	0.82	9500	9.5
Ventilador NOS	1	380		0.8	3700	3.7
Mesa Pady	1	380	4.6		2200	2.2
Zaranda de palotes	1	380	2.5		1100	1.1
Exclusa Polvillo 1	1	380	3.45		1500	1.5
Exclusa Polvillo 2	1	380	1.95	0.62	550	0.55
Pulidora Ollama (principal) 1- 2	2	380	88		45000	90
Pulidora Ollama (faja) 1 – 2	1				1000	1
Pulidora Oyama de agua	1	380	107		55000	55
Seador de are sullair	1				10000	10
Compresor Sullair	1	400	71.8	0.8	37000	37
Selectoras	2				5000	10
TOTAL						324.8

Tabla 9: Registro de cargas instaladas en el área de añejado del molino Sudamérica.

Fuente: Elaboración propia.

ÁREA DE AÑEJADO						
ÍTEM	Cantidad	Voltaje Nominal (V)	Corriente Nominal (A)	Factor de Potencia	Potencia (W)	Potencia Total (KW)
Elevador 1	1	380			1500	1.5
elevador 2	1	380			1500	1.5
Elevador 3	1	380			1500	1.5
Transportador vibrador 1	1	380	1.8		750	0.75
Transportador vibrador 2	1	380	1.7		750	0.75
Transportador vibrador 3	1	380	1.7		750	0.75
Faja superior	1	380	3.7	0.78	1500	1.5
Faja de carga y descarga	1	380	4.1	0.73	1500	1.5
Añejadora INDUHORS y Jataring	6				40500	243
Sinfín	1	380	1.74	0.85	750	
Vibrador	1	380	3.52	0.79	1500	
transportador	1	380	1.78	0.82	750	
Ventilador 1	1	380	17.6	0.75	7500	
Ventilador 2	1	380	1.95	0.79	750	
Resistencias	1				30000	
Añejadora FABRICADA	1				43850	43.85
sinfín	1				750	
Transportador	1				1100	
Ventilador1	1	380	6.43	0.81	3000	
Ventilador 2	1	380	6.43	0.81	3000	
Ventilador 3	1	380	6.43	0.81	3000	
Ventilador 4	1	380	6.43	0.81	3000	
Resistencias	1	380			30000	
TOTAL						296.6

3.1.4. Información historia de Consumos de energía eléctrica

Estos datos nos brindaran información del consumo histórico de energía eléctrica que lleva la empresa, así como también los importes económicos que fueron facturados por este servicio. Los datos fueron suministrados por las concesionarias (Electronorte SA y generadora Santa Rosa).

Tabla 10: Historial de consumo energético e importe de los meses de mayo del 2018 hasta marzo del 2019

Fuente: Electronorte SA y Generadora Santa Rosa

Meses 2018 - 2019	Energía activa FP (KWH)	Energía activa HP (KWH)	Energía Consumida total (KWH)	Importe Monetario (S/.)
MAYO	137,578.00	27,865.00	165,441	S/ 61,645.90
JUNIO	176,933.00	39,742.00	216,677	S/ 94,916.00
JULIO	171,460.00	33,753.00	205,213	S/ 77,068.80
AGOSTO	133,606.00	13,955.00	147,559	S/ 58,796.20
SETIEMBRE	114,940.00	13,211.00	128,150	S/ 52,913.20
OCTUBRE	51,234.00	7,943.00	59,177	S/ 34293.20
NOVIEMBRE	98,989.00	10,143.72	109,131	S/ 46255.48
DICIEMBRE	160,183.45	25,145.26	185,328	S/ 54796.28
ENERO	128,012.00	15,965.00	143,977	S/ 40451.03
FEBRERO	58,829.00	6,960.00	65,789	S/ 30226.25
MARZO	64,991.00	9,322.00	74,313	S/ 30056.32

Figura 7: Diagrama de consumo de los meses de mayo del 2018 a marzo del 2019.

Fuente: Electronorte SA y Generadora Santa Rosa

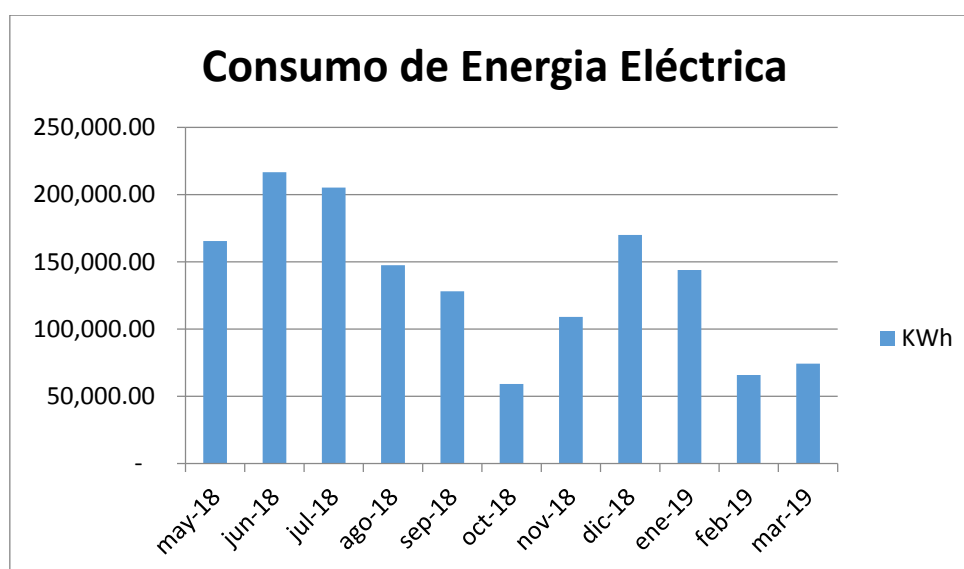
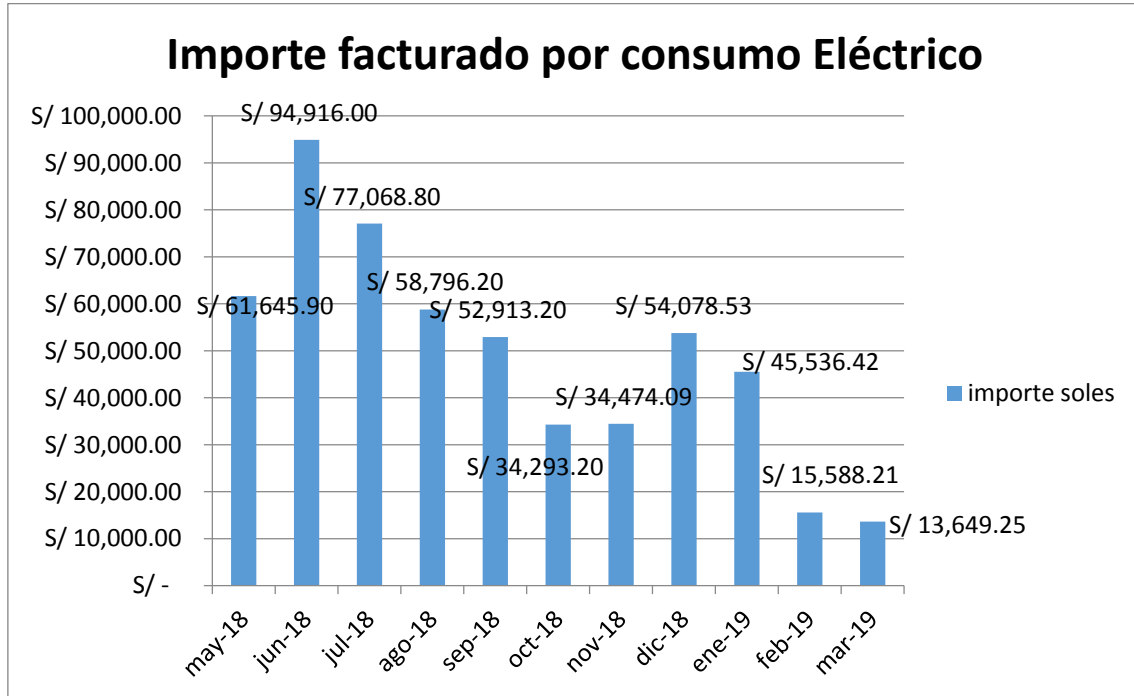


Figura 8: Diagrama de importe facturado por cargos de energía eléctrica de mayo del 2018 a marzo del 2019

Fuente: Electronorte SA y Generadora Santa Rosa



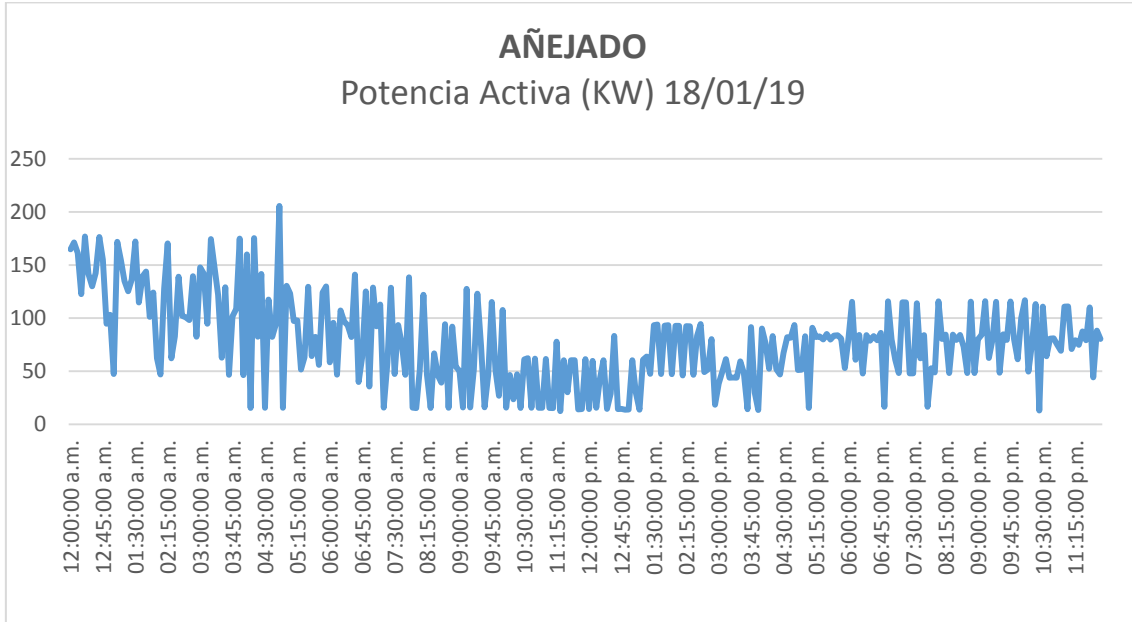
Los diagramas muestran el comportamiento del consumo eléctrico dentro de la empresa desde mayo - 2018 hasta marzo del 2019, en él se aprecia que entre los meses de mayo a julio se realizan los mayores consumos de energía, esto debido a que inicia la campaña de arroz y la demanda por el procesamiento aumenta, también se puede percibir que octubre, es el mes con menores índices de consumo.

3.1.5. Cuadros de carga diaria de la empresa

En los siguientes cuadros se encuentran el registro de la potencia eléctrica de demandada por las áreas de producción durante un día normal trabajo.

Figura 9: registro de la potencia eléctrica de demandada en el área de añejado

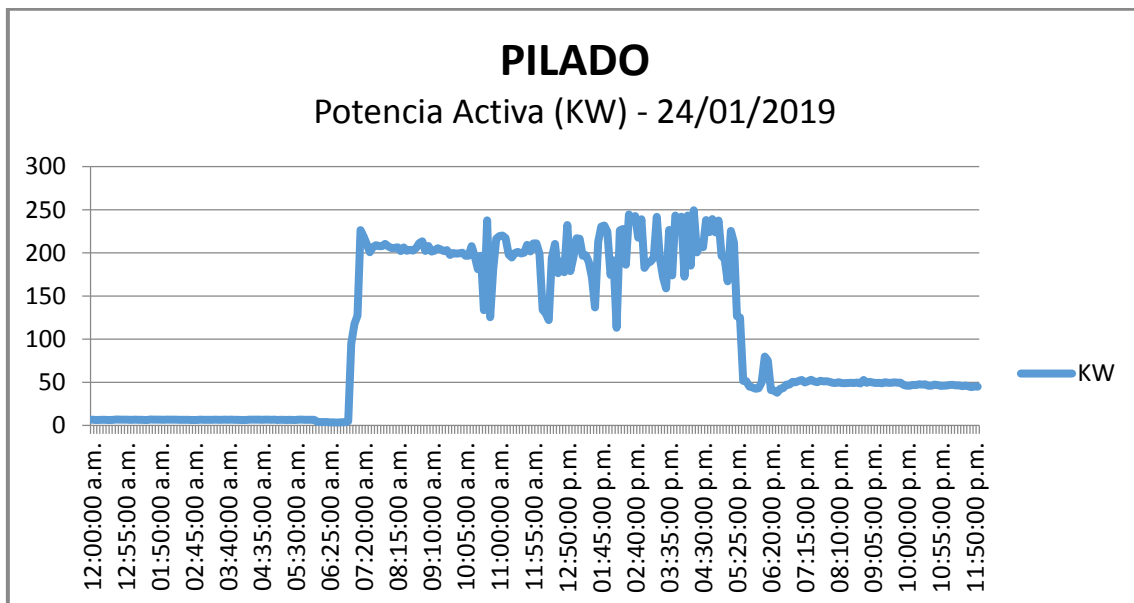
Fuente: Elaboración propia.



Se observa que la máxima demanda en el área de añejado se llevó acabo a las 4:50 a.m. de la mañana, en el cual el sistema requería 205.00 KW.

Figura 10: registro de la potencia eléctrica de demandada en el área de pilado

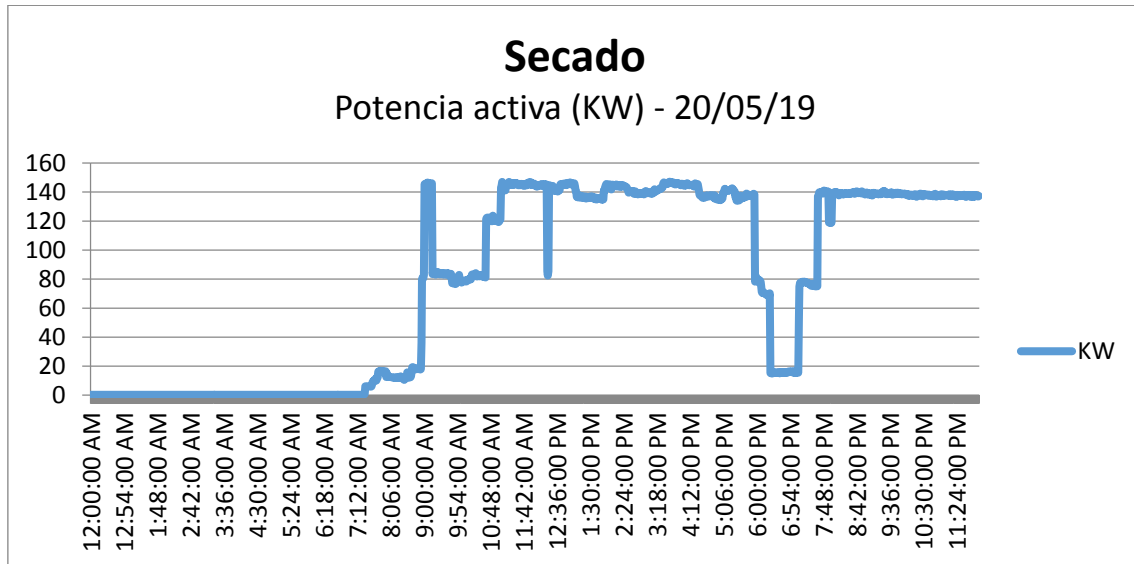
Fuente: Elaboración propia.



Se observa que la máxima demanda en el área de pilado se llevó a cabo a las 4:14 p.m., en el cual el sistema requería 249.43 KW.

Figura 11: registro de la potencia eléctrica de demandada en el área de secado.

Fuente: Elaboración propia.



Se observa que la máxima demanda en el área de secado, se llevó a cabo a las 11:07 a.m., el cual el sistema requería 147 KW.

3.1.6. Análisis del sistema eléctrico en las instalaciones

Este análisis permitirá tener un panorama completo de cómo se encuentran operando los sistemas eléctricos dentro de la planta.

3.1.6.1 Verificación del sistema para transporte de energía eléctrica

Los conductores eléctricos son los encargados de suministrar de electricidad a todos los equipos eléctricos dentro de la planta, por ende, es necesario identificar cuáles son las pérdidas ocasionadas por estos.

Para este análisis se ha considerado a los motores y equipos de mayor consumo dentro de la planta. En el caso de motores los mayores consumidores fueron la pulidora oyama 1, pulidora Oyama 2 y pulidora de agua, y en el caso de los equipos consumidoras fueron las añejadoras, siendo que estas tienen consumos de energía muy similares, se estará considerando en el

análisis la añejadora N° 5 la cual se encuentra más alejada del tablero de suministro.

a. Pulidora Oyama 1

Este equipo es el encargado de darle un blanqueado al arroz mediante una piedra abrasiva a la cual se le regula la presión

Tabla 11: Especificaciones técnicas del motor de la pulidora Oyama 1

Fuente: Elaboración propia

Capacidad	Potencia	Velocidad	Amperaje Nominal
4 TN/Hora	45 KW	1165 RPM	89

Tabla 12: Mediciones realizadas al sistema

Fuente: Elaboración propia

Voltaje de Red	390 V
Voltaje en trabajo	385 V
Diferencia de voltaje	5 V
Amperaje de trabajo	73 A
Longitud de conductor	38 m
Sección del conductor	35 mm ²
Resistividad del conducto	0.0174 Ω . m / mm ²
Factor de potencia	0.89

- **Resistencia en el conductor**

Para calcular la resistencia del conductor utilizaremos la siguiente ecuación:

$$R = \frac{\delta x L}{S} \quad \text{Ecuación 5}$$

Dónde:

R: Resistencia (ohm)

δ : Factor de resistividad del cobre

L: Longitud (m)

S: Área o sección transversal

$$R = \frac{\delta x L}{S} = \frac{0.0174 x 38}{35} = \mathbf{0.019 \text{ ohm}}$$

Según los datos reemplazados en la ecuación 4 nos da una resistividad de 0.019 ohm

- **Perdidas en conductores por disipación de calor**

Para las pérdidas de potencia por disipación de calor vamos a utilizar la siguiente ecuación:

$$P_p = 3xI^2xR \quad \text{Ecuación 6}$$

Dónde:

P_p: potencia perdida por disipación de calor (*W* o *KW*)

I: Corriente eléctrica (A)

R: Resistencia (ohm)

Reemplazamos el valor encontrado de resistividad en la ecuación 4 para completar los datos la ecuación 5

$$P_p = 3xI^2xR = 3 x 73^2 x 0.019 = \mathbf{0.303 \text{ KW}}$$

b. Pulidora Oyama 2

Este equipo es el encargado de darle un blanqueado al arroz mediante una piedra abrasiva a la cual se le regula la presión

Tabla 13: Especificaciones técnicas del motor de la Pulidora Oyama 2

Fuente: Elaboración propia

Capacidad	Potencia	Velocidad	Amperaje
4 TN/Hora	45 KW	1165 RPM	89

Tabla 14: Mediciones realizadas al sistema

Fuente: Elaboración propia

Voltaje de Red	390 V
Voltaje en trabajo	383 V
Diferencia de voltaje	7 V
Amperaje	66 A
Longitud de conductor	41 m
Sección del conductor	35 mm ²
Resistividad del conducto	0.0174 Ω . m / mm ²
Factor de potencia	0.89

Se utilizará la ecuación 4 y 5 para calcular la resistividad y la potencia perdida por disipación del calor.

- **Resistencia en el conductor**

$$R = \frac{\delta x L}{s}$$

Ecuación 4

$$R = \frac{\delta \times L}{S} = \frac{0.0174 \times 41}{35} = \mathbf{0.020 \text{ ohm}}$$

- **Pérdidas en conductores por disipación de calor**

$$P_p = 3xI^2xR \quad \text{Ecuación 5}$$

$$P_p = 3xI^2xR = 3 \times 66^2 \times 0.02 = \mathbf{0.261 \text{ KW}}$$

c. Pulidora de Agua

Este equipo es el encargado de darle un blanqueado al arroz mediante una piedra abrasiva a la cual se le regula la presión

Tabla 15: Especificaciones técnicas del motor de la pulidora de agua

Fuente: Elaboración propia

Capacidad	Potencia	Velocidad	Amperaje
6.5 TN/Hora	55 KW	1775 RPM	107 A

Tabla 16: Mediciones realizadas al sistema

Fuente: Elaboración propia

Voltaje de Red	390 V
Voltaje en trabajo	386 V
Diferencia de voltaje	4 V
Amperaje	93 A
Longitud de conductor	33 m
Sección del conductor	35 mm ²

Resistividad del conducto	0.0174 $\Omega \cdot m / mm^2$
Factor de potencia	0.89

Se utilizará la ecuación 4 y 5 para calcular la resistividad y la potencia perdida por disipación del calor.

- **Resistencia en el conductor**

$$R = \frac{\delta \times L}{S} \quad \text{Ecuación 4}$$

$$R = \frac{\delta \times L}{S} = \frac{0.0174 \times 33}{35} = \mathbf{0.016 \text{ ohm}}$$

- **Pérdidas en conductores por disipación de calor**

$$P_p = 3 \times I^2 \times R \quad \text{Ecuación 5}$$

$$P_p = 3 \times I^2 \times R = 3 \times 93^2 \times 0.02 = \mathbf{0.425 \text{ KW}}$$

d. Añejadora de arroz

Este equipo es encargado de realizar el envejecimiento del arroz de manera forzada aplicando calor mediante resistencias calefactoras

Tabla 17: Especificaciones técnicas del motor

Fuente: Elaboración propia

Capacidad	Potencia
7 TN	45 W

Tabla 18: Mediciones realizadas al sistema

Fuente: Elaboración propia

Voltaje de Red	389 V
Voltaje en trabajo	385 V
Diferencia de voltaje	4 V
Amperaje	58 A
Longitud de conductor	52 m
Sección del conductor	35 mm ²
Resistividad del conducto	0.0174 Ω . m / mm ²

Se utilizará la ecuación 4 y 5 para calcular la resistividad y la potencia perdida por disipación del calor.

- **Resistencia en el conductor**

$$R = \frac{\delta \times L}{S} \quad \text{Ecuación 4}$$

$$R = \frac{\delta \times L}{S} = \frac{0.0174 \times 52}{35} = \mathbf{0.026 \text{ ohm}}$$

- **Pérdidas en conductores por disipación de calor**

$$P_p = 3 \times I^2 \times R \quad \text{Ecuación 5}$$

$$P_p = 3 \times I^2 \times R = 3 \times 68^2 \times 0.02 = \mathbf{0.360 \text{ KW}}$$

3.1.6.2. Análisis de la eficiencia de los motores de mayor consumo

Los altos costos de energía en la actualidad hacen que mantener en operación motores con bajo niveles eficiencia no sea muy rentable. Analizar las pérdidas generadas por los motores de mayor permitirá verificar la posibilidad de ser cambiados.

Figura 12: factor de potencia en la gestión de energía eléctrica

Fuente: Power Factor in Electrical Energy Management-A. Bhatia, B.E.-2012

Caballos de potencia	Velocidad	Factor de potencia		
		1/2 carga	3/4 carga	Plena carga
(hp)	(rpm)			
0 – 5	1800	0.72	0.82	0.84
5 – 20	1800	0.74	0.84	0.86
20 – 100	1800	0.79	0.86	0.89
100 – 300	1800	0.81	0.88	0.91

La presente tabla nos muestra una referencia de los valores del factor de potencia dependiendo los RPM y la potencia de trabajo.

- **Pulidora Oyama 1**

Tabla 19: características de operación de los motores de la pulidora Oyama 1

Fuente: Elaboración Propia.

Voltaje	385 V
Amperaje	73 A
Factor de potencia	0.89
Eficiencia promedio	87%

Potencia absorbida por el motor

Se utilizará la siguiente ecuación para calcular la potencia absorbida del motor:

$$P_{abs} = \frac{\sqrt{3}xUxIx\text{COS}\phi}{1000} \quad \text{Ecuación 7}$$

Dónde:

P_{abs} : Potencia absorbida

U : Tensión de trabajo

I : Corriente eléctrica

$\text{COS}\phi$: Factor de potencia

Según los datos antes mostrados en la tabla 19, reemplazamos en la ecuación 6 para obtener el resultado requerido

$$P_{abs} = \frac{\sqrt{3}xUxIx\text{COS}\phi}{1000} = \frac{\sqrt{3}x385x73x0.89}{1000} = 43.32\text{Kw}$$

Potencia útil en el eje del motor

La potencia útil en el eje del motor lo calculamos según la ecuación

$$P_{util} = P_{abs} \times \eta \quad \text{Ecuación 8}$$

Dónde:

P_{util} : Potencia útil en el eje del motor (KW)

P_{abs} : Potencia absorbida por el motor (KW)

η : Eficiencia promedio

Con los datos mostrados en la tabla 19 y el resultado de la ecuación 6 reemplazamos el dato de la eficiencia promedio para calcular la potencia útil en el eje del motor.

$$P_{util} = P_{abs} \times \eta = 43.32Kw \times 0.87 = 37.7Kw$$

Potencia perdida

La potencia perdida, se calcula realizando una sustracción de la potencia útil a la potencia absorbida que son datos obtenidos en la ecuación 7 y 6

$$P_p = P_{abs} - P_{util} \quad \text{Ecuación 9}$$

Dónde:

P_p : Potencia perdida

P_{abs} : Potencia absorbida

P_{util} : Potencia útil

$$P_p = P_{abs} - P_{util} = 43.32 Kw - 37.7 Kw = 5.53Kw$$

- Pulidora Oyama 2

Tabla 20: características de operación de los motores de la pulidora Oyama 2

Fuente: Elaboración Propia.

Voltaje	383 V
Amperaje	66 A
Factor de potencia	0.89
Eficiencia promedio	87%

Potencia absorbida por el motor

$$P_{abs} = \frac{\sqrt{3}UxIx\text{COS}\phi}{1000} \quad \text{Ecuación 6}$$

$$P_{abs} = \frac{\sqrt{3}UxIx\text{COS}\phi}{1000} = \frac{\sqrt{3}x383x66x0.89}{10000} = \mathbf{38.97Kw}$$

Potencia útil en el eje del motor

$$P_{util} = P_{abs} \times \eta \quad \text{Ecuación 7}$$

$$P_{util} = P_{abs} \times \eta = 38.97 \text{ Kw} \times 0.87 = \mathbf{33.9Kw}$$

Potencia perdida

$$P_p = P_{abs} - P_{util} \quad \text{Ecuación 8}$$

$$P_p = P_{abs} - P_{util} = 38.9 \text{ Kw} - 33.9 \text{ Kw} = \mathbf{5.0Kw}$$

- Pulidora de Agua

Tabla 21: Estos motores presentan las siguientes características de operación

Fuente: Elaboración Propia.

Voltaje	386 V
Amperaje	93 A
Factor de potencia	0.89
Eficiencia promedio	87%

Potencia absorbida por el motor

$$P_{abs} = \frac{\sqrt{3}UxIx\text{COS}\phi}{1000} \quad \text{Ecuación 6}$$

$$P_{abs} = \frac{\sqrt{3}UxIx\text{COS}\phi}{1000} = \frac{\sqrt{3}x386x93x0.89}{10000} = \mathbf{55.33Kw}$$

Potencia útil en el eje del motor

$$P_{util} = P_{abs} \times \eta \quad \text{Ecuación 7}$$

$$P_{util} = P_{abs} \times \eta = 55.33 \text{ Kw} \times 0.87 = \mathbf{48.13 \text{ Kw}}$$

Potencia perdida

$$P_p = P_{abs} - P_{util} \quad \text{Ecuación 8}$$

$$P_p = P_{abs} - P_{util} = 55.33 \text{ Kw} - 48.13 \text{ Kw} = \mathbf{7.2 \text{ Kw}}$$

Tabla 22: comparación de los Resultado obtenidos de los cálculos anteriores

Fuente: Elaboración Propia.

	Pulidora Oyama	Pulidora Oyama	Pulidora de
Potencia	43.32 KW	38.97 KW	53.33 KW
Potencia Útil	37.70 KW	33.90 KW	48.13 KW
Perdidas	5.53 KW	5.00 KW	7.23 KW

3.1.6.3. Análisis de los bancos de condensadores de pilado y secado

Los Bancos de condensadores son sistemas eléctricos que se encargan de regular el factor de potencia mediante la conexión y desconexión de condensadores a la red eléctrica para de esta manera corregir el factor de potencia del sistema, reduciendo los niveles de consumo de energía reactiva de la instalación. Tener un factor de potencia entre los mayor al 0.95 inductivo permite eliminar las multas por consumo de energía reactiva, es por tal motivo que es un punto importante del ahorro en las empresa.

Se ha realizado las mediciones de energía reactiva en las áreas de secado y de pilado para poder determinar el estado de consumos de estas en energía en cada punto.

- **Banco de condensadores Pilado**

El área de pilado cuenta con un banco de condensadores instalado en el mismo tablero de arranques dicho banco de condensadores muestra que el área de pilado se encuentra con un factor de potencia de 0.77 inductivo y que todos los pasos de condensadores instalados ya se han conectados compensando a la red.

Figura 13: Factor de potencia del banco de condensadores, mostrado por el Power Logic de la marca Schneider

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 14: Resultados de las mediciones realizadas al transformador de pilado brindaron los siguientes resultados

Fuente: Elaboración Propia.

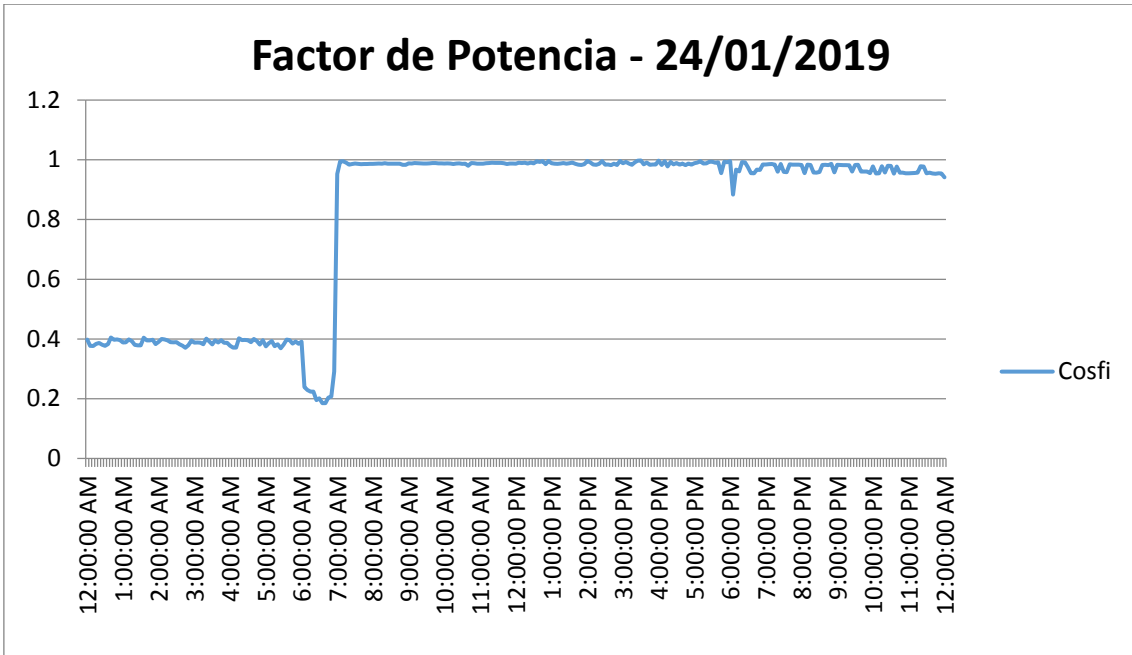
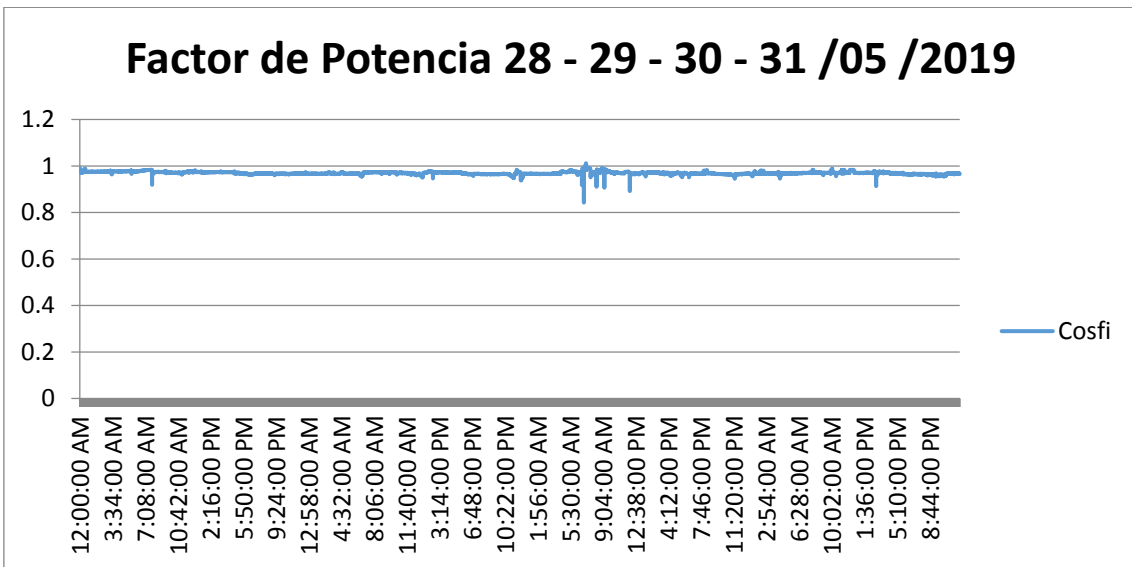


Figura 15: Factor de potencia medido en los días 28 de mayo al 31 de mayo del 2019

Fuente: Elaboración Propia.



Se exponen dos cuadros de factor de potencia el primer cuadro expone el factor de potencia a la fecha de mayor de manda en el mes de enero, en promedio el factor de potencia en horas de producción fue de 0.98 inductivo y en el siguiente cuadro se verifica el factor de potencia registrado en 4 días del

mes de mayo, mes en el cual se presenta campaña alta, motivo por el cual la producción fue de 24 horas, en este mes se registró un factor de potencia promedio de 0.99 inductivo.

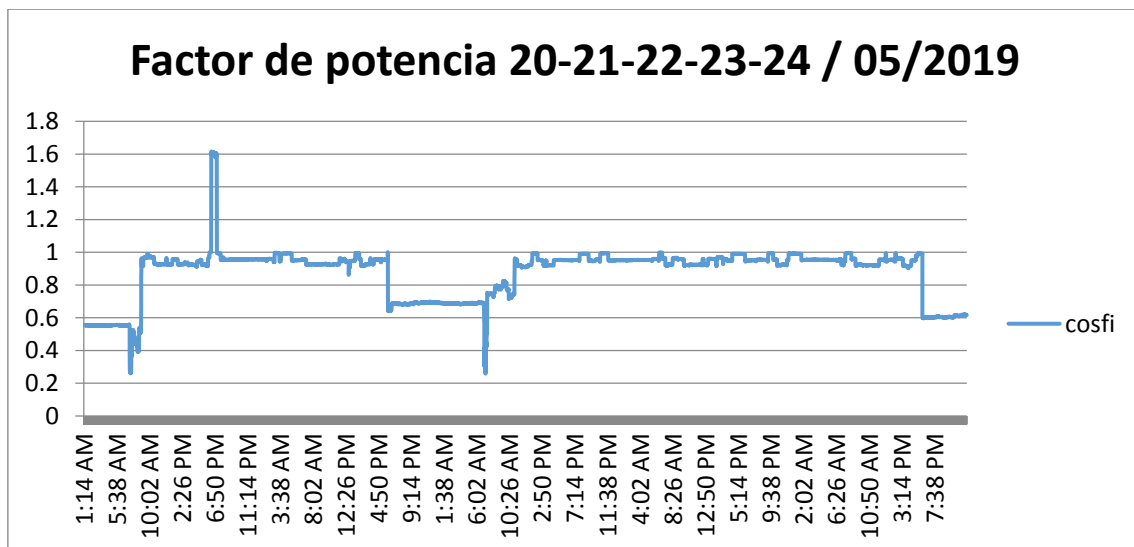
Los registros de energía reactiva determinan que los sistemas de compensación de energía reactiva están logrando su objetivo de reducir el consumo de este tipo de energía, pero al observar el factor de potencia mostrado por el controlador de potencia indica un factor de potencia erróneo lo cual podría provocar que el controlador realice una mala operación sobre compensación de las líneas.

- **Banco de condensadores de secado**

El área de secado cuenta con un banco de condensadores que se encuentra instalado en los tableros de arranques, este tablero está ubicado en la caseta de control del área de secado.

Figura 16: Factor de potencia medido del banco de condensadores del área de secado, en los días 20 de mayo al 24 de mayo del 2019.

Fuente: Elaboración Propia.

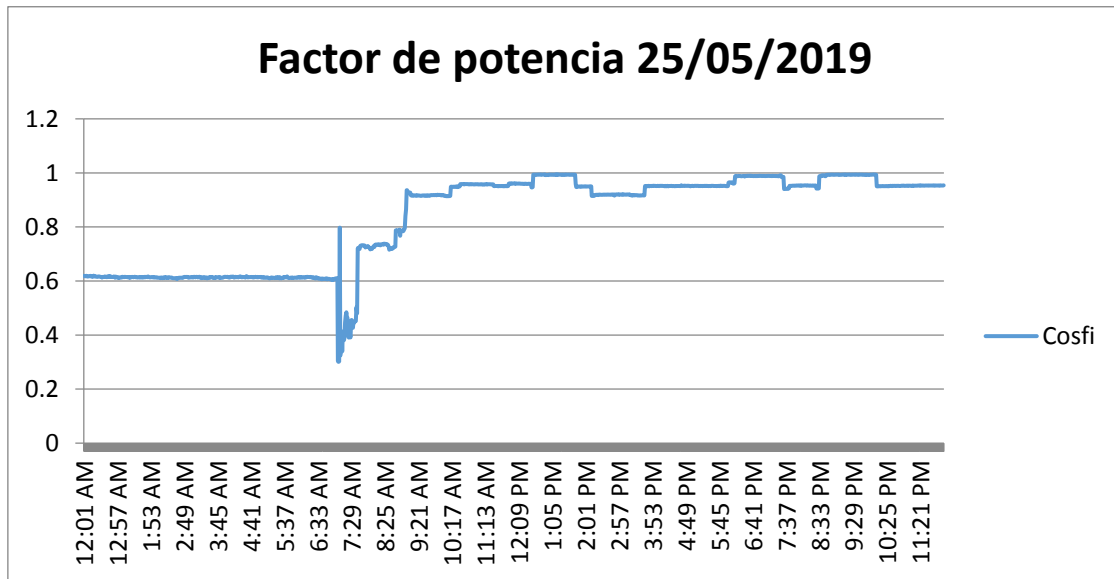


En esta figura nos muestra las medidas de 5 días de producción, en cual se puede observar que el factor de potencia oscila entre 0.95 y 1 en las horas

donde hay producción, además se puede notar que hubo unos momentos del día 20 en que el sistema sobrecompensó la red, esto se podría deber a una salida abrupta de las cargas del sistema.

Figura 17: representación del registro de un día de producción

Fuente: Elaboración Propia.



En el siguiente cuadro es la representación del registro de un día de producción en el cual se puede notar que el factor de potencia cuando no hay cargas conectadas a la red (ningún motor encendido) es de 0.61 inductivo, cuando las labores inician aproximadamente a las 7 de la mañana el factor se eleva hasta 0.8 inductivo y finalmente cuando inicia la producción a las 8 de la mañana el factor de potencia se encuentra entre 0.95 y 0.99 durante el proceso productivo.

3.1.6.4. Análisis del sistema lumínico

En las instalaciones del molino Sudamérica se utilizan en su gran mayoría fluorescentes T12 de 40W, para poder iluminar las áreas tanto de pilado, añejado y almacenes, para oficinas administrativas se utiliza fluorescentes circular 32W. Punto importante de tomar en cuenta es que el sistema de iluminación de las áreas de almacén y de añejado permanecen prendidas durante toda la noche, esto debido a que las añejadoras quedan trabajando 24 horas y además el

personal de vigilancia las requiere para realizar su rondas nocturnas.

Tabla 23: Cantidad y características de las luminarias en los almacenes

Fuente: Elaboración Propia.

ALMACENES				
Cantidad	Modelo	Flujo	Eficiencia	Potencia
20	TL RS 40W 54-	2500 lm	62.5 lm/W	40 W
TOTAL				800 W

Tabla 24: Cantidad y características de las luminarias en las áreas de añejado

Fuente: Elaboración Propia.

AÑEJADO				
Cantidad	Modelo	Flujo	Eficiencia	Potencia
18	TL RS 40W 54-	2500 lm	62.5lm/W	40 W
TOTAL				720 W

Tabla 25: Cantidad y características de las luminarias en las áreas de pilado

Fuente: Elaboración Propia.

PILADO				
Cantidad	Modelo	Flujo	Eficiencia	Potencia
13	TL RS 40W 54-	2500	62.5lm/W	40 W
TOTAL				520 W

Tabla 26: Cantidad y características de las luminarias en las áreas administrativas

Fuente: Elaboración Propia.

ADMINITRATIVAS				
Cantidad	Modelo	Flujo	Eficiencia	Potencia
8	TL-E 32W/54-	1750 lm	54 lm/W	32 w
TOTAL				256W

Tabla 27: Características de las bombillas de iluminación usadas

Fuente: Elaboración Propia.

Característica	Luminaria LED T8 / 20W
Forma de bombilla	T8 / (26mm)
Potencia	20W
Vida útil	40000 horas
Flujo Lumínico	2000 lm
Eficiencia Lumínica	100 lm/W
Florescentes instalados	48
Potencia total demandada	0.96 KW
PRECIO	15.00 SOLES

3.1.7. Defectos encontrados en la planta

- No se tiene un registro de la máxima demanda o los consumos de energía generados en la planta, salvo los recibos de facturación entregados por las concesionarias.
- Los equipos de iluminación son accionados de manera manual por tal motivo muchas veces quedan encendidos de manera innecesaria durante todo el día.
- Su sistema de compensación de energía reactiva indica un falso cosfi, lo cual podría provocar una sobre compensación o subcompensación.
- Todos los motores tienen presencia de polvo adherido a ellos lo cual reduce la vida útil de estos.

3.2. Determinar los indicadores energéticos del proceso productivo dentro de la planta

Los indicadores energéticos nos permitirán cuantificar y medir el consumo energético dentro de la empresa en base a los procesos productivos desarrollados dentro de la empresa.

Los indicadores fueron planteados de dos maneras, la primera mediante los valores de producción mensual entregados por el área de producción y los consumos de energía generados los meses anteriores, y la siguiente a través de los consumos de energía en las 3 áreas de producción (secado, pilado y añejado), dichos valores fueron obtenidos mediante las mediciones llevadas a cabo con en estas áreas y comparadas con la producción generada en dichos periodos de medición.

3.2.1. Indicadores energéticos mensuales

Estos fueron determinados mediante datos entregados por el área de producción y los datos de consumo de energía presentes en los recibos de consumo eléctrico.

Tabla 28: Indicadores energéticos mensuales

Fuente: Elaboración Propia.

Meses 2018 - 2019	Unidad de Producción (Ton)	Energía Consumida (KWH)	Indicador Energético (KWH/Ton)
MAYO	1245.79	165,440.74	132.80
JUNIO	1608.11	216,677.06	134.74
JULIO	1541.33	205,213.43	133.14
AGOSTO	1137.17	147,558.94	129.76
SETIEMBRE	995.57	128,149.87	128.72
CTUBRE	447.49	59,177.21	132.25
NOVIEMBRE	805.97	109,000.00	135.24
DICIEMBRE	1454.93	185,328.71	127.38
ENERO	1126.76	143,976.81	127.29
FEBRERO	474.05	65,788.94	138.78
MARZO	548.88	74,312.69	135.39

3.2.2. Indicadores energéticos por línea de producción

Estos indicadores energéticos fueron determinados mediante la recopilación de datos de consumo energéticos en cada una de las líneas de producción, en el caso de la zona de secado y de pilado los datos fueron obtenidos mediante el registro de energía en días de producción, y en el caso del área de añejado se recopiló la información del consumo de energía generado de manera individual por 2 añejadoras, durante un ciclo de trabajo cada una.

- **Secado**

Los registros de energía fueron llevados a cabo durante 4 días de producción, las cantidades de producto procesado fueron entregadas por el área de producción, además sumados con los registros de energía entregados por el analizador de redes brindaron la siguiente tabla:

Tabla 29: Indicadores energéticos del área de secado en los días 20 al 23 de mayo del 2019

Fuente: Elaboración Propia.

Fecha	Producto Procesado (Ton)	Energía Consumida (KWH)	Indicador Energético (KWH/Ton)
20-may	50.72	1226.06	24.17
21-may	49.25	1092.819	22.19
21-may	48.22	1025.804	21.27
21-may	51.67	1382.639	26.76
22-may	47.22	1376.08	29.14
23-may	48.38	1054.55	21.80
23-may	50.91	1323.789	26.00
		Promedio	24.48

Los datos obtenidos permitieron identificar que en promedio la empresa consume en el proceso de secado **24.48 KWH/TON.**

- **Añejado**

Los registros de energía fueron tomados de manera individual en dos añejadoras de la misma capacidad, las cantidades de producto procesado fueron entregadas por el área de producción, además sumados con los registros de energía entregados por el analizador de redes brindaron la siguiente tabla:

Tabla 30: Indicadores energéticos del área de añejado en los días 18 al 19 de mayo del 2019

Fecha	Producto Procesado (Ton)	Energía Consumida (KWH)	Indicador Energético (KWH/Ton)
18-may	6.86	604.06	88.05
19-may	7.11	603.98	86.95
		Promedio	87.50

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos obtenidos permitieron identificar que en promedio la empresa consume en el proceso de añejado consume **87.50 KWH/TON**.

- **Pilado**

Los registros de energía fueron llevados a cabo durante 3 días de producción, las cantidades de producto procesado fueron entregadas por el área de producción, además sumados con los registros de energía entregados por el analizador de redes brindaron la siguiente tabla:

Tabla 31: Indicadores energéticos del área de pilado en los días 27 al 29 de mayo del 2019

Fuente: Elaboración Propia.

Fecha	Producto Procesado (Ton)	Energía Consumida (KWH)	Indicador Energético (KWH/Ton)
27-may	21.609	1137.557	52.64
27-may	20.58	1219.02	59.23
27-may/28-may	41.062	2724.758	66.36
28-may	6.566	237.9	36.23

28-may	18.13	1047.935	57.80
28-may	9.114	532.183	58.39
29-may	2.744	113.566	41.39
29-may	2.744	111.404	40.60
29-may	3.381	191.163	56.54
29-may	12.642	674.849	53.38
29-may	19.6	1306.229	66.64
Promedio			53.56

Los datos obtenidos permitieron identificar que en promedio la empresa consume en el proceso de pilado consume **53.56 KWH/TON.**

3.2.3. Resumen de resultados

Los datos obtenidos por el análisis realizado dieron como resultados que:

- Para realizar el proceso de secado se necesita aproximadamente 24.48 KWH por cada tonelada de arroz que ingresa a esta área
- Para el procesamiento de pilado será necesario aproximadamente 53.56 KWH por cada tonelada de arroz que se necesite pilar.
- Para realizar el añejado de arroz se necesita 86.50 KWH de energía eléctrica por cada tonelada de arroz que ingresa a las añejadoras

3.3. Propuestas de Planes o actividades para mejorar la eficiencia energética.

Estos planteamientos permitirán aumentar la eficiencia energética dentro de las instalaciones del molino Sudamérica

3.3.1. Establecer un programa o plan de eficiencia energética

El plan de eficiencia energética tiene como objetivo primordial proporcionar soluciones al exceso de consumo de energía y generar una cultura de cuidado al medio ambiente. Teniendo en cuenta que dentro de las instalaciones del molino no existe una cultura del cuidado de la energía, ni el desarrollo de un control de los consumos de dicha energía, este plan de eficiencia energética permitirá reducir

el uso de la energía, los costos operativos y aumentar el interés por el cuidado del medio ambiente dentro del personal del molino.

a. Desarrollo de un comité de eficiencia energético

El comité se encargará de realizar las políticas y normas que permitan llevar un buen uso de la energía, realizaran la recopilación de los consumos históricos de la empresa para poder establecer indicadores energéticos que permitan determinar el estado actual de la eficiencia dentro de esta y realizaran la verificación de los consumos actuales de la empresa permitiendo identificar los excesos de estos en los procesos productivos.

b. Metodología a desarrollar para ejecuta en plan de eficiencia energética

Para el desarrollo de plan de eficiencia se llevará a cabo aplicando los siguientes métodos:

- **Analizar**

En este punto se tendrá que llevar a cabo inspecciones técnicas de las instalaciones encargadas de desarrollar los procesos productivos, ejecutar auditorias que permitan verificar los consumos y establecer puntos de referencia.

- **Objetivos**

Se trazarán las metas a las que se desean llegar en un mediano o corto plazo. Estas metas deben ser obtenidas mediante el consenso de todos los miembros participantes del comité de eficiencia energética y de los miembros encargados de cada área, mientras menor sea el número de personal involucrado en el compromiso mayor será la posibilidad de fracasar.

- **Acciones**

Este paso nos permitirá lograr llegar a los objetivos trazados, se sugiere que el desarrollo de las acciones se comience con los objetivos que permitan desarrollar un mayor aumento de la eficiencia energética,

esto permitirá que se pueda alcanzar rápidamente los objetivos específicos.

- **Revisión y comunicación**

Este paso es muy importante ya que permitirá que los se puedan ver los resultados alcanzados y verificar que los objetivos trazados hayan sido realistas y de no ser el caso poder redefinir, además la comunicación con el personal permitirá darles a conocer los resultados obtenidos reconociendo el esfuerzo de los trabajadores por poder lograrlos.

c. Programas y procedimientos

- **Capacitación y concientización del personal**

Se brindarán campañas de capacitación y concientización al personal, en dichas campañas se le brindará al personal la información del buen uso de la energía, creando una cultura de eficiencia dentro de cada miembro del equipo, además se les brinda la información de los nuevos lineamientos y políticas desarrolladas por la empresa sobre el uso eficiente de la energía, así como los objetivos trazados y los resultados obtenidos.

- **Mantenimiento de equipos**

Llevar acabado un buen mantenimiento a los equipos permitirá que estos puedan funcionar en óptimas condiciones, reduciendo sus consumos. El mantenimiento puede lograr una reducción de entre 1% y 2% del consumo total de la energía.

- **Reducción de la caída de tensión debido a los conductores**

Las caídas de tensión debido al mal dimensionamiento de los conductores que alimentan a los motores pueden producir en estos un aumento en la corriente consumida, sobrecalentamientos y reducción de la eficiencia útil.

- **Disminución de la máxima demanda**

Eso se puede lograr modificando los sistemas de arranque de los motores de mediana a gran potencia, también realizando procedimientos

de encendido de las maquinas, esto permitirá no exceder los límites de potencia contratada.

- **Implementación de Variadores de velocidad en los procesos**

Estos dispositivos reducen los picos de arranque generados por los motores, además permiten generar un gran ahorro del consumo de energía eléctrica.

- **Disminución de consumos de aire acondicionado**

Aprovechar las corrientes de aire fresco, mediante la apertura de ventanas y puertas, reducirá el uso de los aires acondicionados.

- **Activar los sistemas de ahorro de energía de los dispositivos**

Esto permitirá que dichos equipos puedan ahorrar en energía cuando se encuentran en modos de espera o en algunos casos que puedan apagarse automáticamente, además es también importante la reducción del brillo emitido por las pantallas de las computadoras o laptops.

- **Desconexión de equipos que no se estén usando**

Se presentan situaciones en las que muchos equipos los cuales ya no están siendo usado por temas de adquisidor de otros equipos o por temas de no ser usados de manera continua se quedan conectados al suministro.

3.3.2. Verificación del tipo de pliego tarifario para identificar la ideal para la empresa

En este punto se tratará de conseguir el ahorro del tipo económico y no permitirá la reducción de la energía consumida.

Esta verificación permitirá identificar si el pliego tarifario con el que la empresa trabaja es la que brinda las tarifas de acuerdo a los consumos generados por la empresa. Se debe recordar que desde el mes de octubre del 2018 la generadora Santa Rosa en la concesionaria que suministra energía al molino Sudamérica.

Para tal efecto se realizará el planteamiento de los cobros por consumos de energía que hubiera pagado la empresa si hubiese utilizado los pliegos tarifarios MT2, MT3 y MT4 en los meses de enero, febrero y marzo

comparándolos con las facturaciones a la la generadora Santa Rosa dichos meses:

Tabla 32: Comparación de pagos, en los meses de enero, febrero y marzo, según el tipo de pliego tarifario.

Fuente: Elaboración Propia.

	MT2	MT3	MT4	Generadora
Enero	S/. 62 452.24	S/. 58 691.89	S/. 59 765.85	S/. 40 941.28
Febrero	S/. 31 641.05	S/. 36 645.14	S/. 34 035.45	S/. 30 647.01
Marzo	S/. 38 375.76	S/. 33 526.63	S/. 37 141.04	S/. 30 446.61

Como se puede notar los cobros emitidos por la generadora por los mismos consumos de energía en los 3 periodos son más reducidos en comparación con los otros pliegos tarifarios, por ende, el pliego tarifario actual es el adecuado.

3.3.3. Reducción de pérdidas con motores de alta eficiencia NEMA PREMIUN

Los motores de alta eficiencia son motores que absorben menor energía de la red para poder desarrollar una misma potencia mecánica. En el caso de los motores NEMA Premium son motores capaces de alcanzar una eficiencia del 95%.

Se planteará el uso de motores de alta eficiencia para los motores de mayor potencia absorbida dentro de la planta.

- **Pulidora Oyama 1**

Tabla 33: Características del motor actual, utilizado en la pulidora Oyama 1

Fuente: Elaboración Propia.

Potencia Absorbida	Potencia Útil	Potencia Pérdida	Horas mensuales de trabajo
43.42 KW	37.70 KW	5.53 KW	286 Hrs

Potencia absorbida utilizando motor de alta eficiencia

Para calcular la potencia absorbida del motor de alta eficiencia propuesto, se utilizará la ecuación 7:

$$P_{abs} = \frac{P_{util}}{\eta} \quad \text{Ecuación 7}$$

Dónde:

P_{abs} : Potencia absorbida por el motor de alta eficiencia

P_{util} : Potencia útil

η : Eficiencia

$$P_{abs} = \frac{P_{util}}{\eta} = \frac{37.7Kw}{0.95} = \mathbf{39.68Kw}$$

Potencia pérdida utilizando motor de alta eficiencia

$$P_{p-premiun} = P_{abs} - P_{util} \quad \text{Ecuación 10}$$

$$P_{p-premiun} = P_{abs} - P_{util} = 39.68 Kw - 37.7 Kw = \mathbf{1.98Kw}$$

Ahorro energético

Para obtener el ahorro energético, se realiza una comparación, una diferencia de potencias entre el motor actual y el propuesto, con eso se puede apreciar la magnitud del ahorro con respecto al uso de un motor normal.

$$Ahorro_{potencia}(A_p) = P_p - P_{p-premiun} \quad \text{Ecuación 11}$$

$$Ahorro_{potencia}(A_p) = P_p - P_{p-premiun} = 5.53 Kw - 1.98Kw = \mathbf{3.55Kw}$$

$$\text{Ahorro}_{\text{energía}}(A_E) = \text{Ahorro}_{\text{potencia}}(A_P) \times \text{horas trabajadas durante el mes} \quad \text{Ecuación 12}$$

$$\text{Ahorro}_{\text{energía}}(A_E) = 3.55 \text{KW} \times 286 \frac{\text{horas}}{\text{mes}} = 1015.3 \frac{\text{KWH}}{\text{mes}}$$

Ahorro económico (Se considerará todo cobro por concepto de energía facturado por la generadora)

$$\text{Ahorro}_{\text{económico}}(A_{\text{eco}}) = A_E \cdot C_E + A_E \cdot P_1 + A_E \cdot P_2 + A_E \cdot AP_1 + A_E \cdot AP_2 \quad \text{Ecuación 13}$$

Dónde:

C₂: Costo unitario por KWh

P₁: Peaje del sistema principal de transmisión KWh

P₂: Peaje del sistema secundario de transmisión KWh

AP₁: Aporte electrificación rural KWh

AP₂: Aporte FISE KWh

$$\text{Ahorro}_{\text{económico}}(A_{\text{eco}}) =$$

$$1015.3 \frac{\text{KWh}}{\text{mes}} \times \frac{\text{S/. } 0.117}{\text{KWh}} + 1015.3 \frac{\text{KWh}}{\text{mes}} \times \frac{\text{S/. } 0.0196}{\text{KWh}} +$$

$$1015.3 \frac{\text{KWh}}{\text{mes}} \times \frac{\text{S/. } 0.0018}{\text{KWh}} + 1015.3 \frac{\text{KWh}}{\text{mes}} \times \frac{\text{S/. } 0.0084}{\text{KWh}} +$$

$$1015.3 \frac{\text{KWh}}{\text{mes}} \times \frac{\text{S/. } 0.0117}{\text{KWh}}$$

$$\text{Ahorro}_{\text{económico}}(A_{\text{eco}}) = \text{S/160.92 mensuales} = \text{S/1931.1 anual}$$

- **Pulidora Oyama 2**

Tabla 34: Características del motor actual, utilizado en la pulidora Oyama 2

Fuente: Elaboración Propia.

Potencia Absorbida	Potencia Útil	Potencia Pérdida	Horas mensuales de trabajo
38.97 KW	33.90 KW	5.00 KW	286 Hrs

Potencia absorbida utilizando motor de alta eficiencia

$$P_{abs} = \frac{P_{util}}{\eta} \quad \text{Ecuación 7}$$

$$P_{abs} = \frac{P_{util}}{\eta} = \frac{33.9Kw}{0.95} = \mathbf{35.68Kw}$$

Potencia pérdida utilizando motor de alta eficiencia

$$P_{p-premium} = P_{abs} - P_{util} \quad \text{Ecuación 9}$$

$$P_{p-premium} = P_{abs} - P_{util} = 35.68 Kw - 33.9 Kw = \mathbf{1.78Kw}$$

Ahorro energético

$$Ahorro_{potencia}(A_p) = P_p - P_{p-premium} \quad \text{Ecuación 10}$$

$$Ahorro_{potencia}(A_p) = P_p - P_{p-premium} = 5.00 Kw - 1.78Kw = \mathbf{3.22Kw}$$

$$Ahorro_{energia}(A_E) = Ahorro_{potencia}(A_p) \times \text{horas trabajadas durante el mes} \quad \text{Ecuación 14}$$

$$Ahorro_{energia}(A_E) = 3.22KW \times 286 \frac{\text{hora}}{\text{mes}} = \mathbf{920.92 \frac{KWH}{mes}}$$

Ahorro económico (Se considerará todo cobro por concepto de energía facturado por la generadora)

$$Ahorro_{economico}(A_{eco}) = A_E \cdot C_E + A_E \cdot P_1 + A_E \cdot P_2 + A_E \cdot AP_1 + A_E \cdot AP_2 \quad \text{Ecuación 12}$$

$$Ahorro_{economico}(A_{eco}) =$$

$$920.92 \frac{KWh}{mes} \times \frac{S/. 0.117}{KWh} + 920.92 \frac{KWh}{mes} \times \frac{S/. 0.0196}{KWh} +$$

$$920.92 \frac{KWh}{mes} \times \frac{S/. 0.0018}{KWh} + 920.92 \frac{KWh}{mes} \times \frac{S/. 0.0084}{KWh} +$$

$$920.92 \frac{KWh}{mes} \times \frac{S/. 0.0117}{KWh}$$

$$Ahorro_{económico}(A_{eco}) = S/145.96 \text{ mensuales} = S/1751.6 \text{ anual}$$

- **Pulidora de Agua**

Tabla 35: Características del motor actual, utilizado en la pulidora de agua

Fuente: Elaboración Propia.

Potencia Absorbida	Potencia Útil	Potencial Pérdida	Horas mensuales de trabajo
53.33 KW	48.13 KW	7.23 KW	286 hrs

Potencia absorbida utilizando motor de alta eficiencia

$$P_{abs} = \frac{P_{util}}{\eta} \quad \text{Ecuación 7}$$

$$P_{abs} = \frac{P_{util}}{\eta} = \frac{48.13KW}{0.95} = 50.66KW$$

Potencia pérdida utilizando motor de alta eficiencia

$$P_{p-premium} = P_{abs} - P_{util} \quad \text{Ecuación 9}$$

$$P_{p-premium} = P_{abs} - P_{util} = 50.66 KW - 48.13 KW = 2.53 KW$$

Ahorro energético

$$Ahorro_{potencia}(A_p) = P_p - P_{p-premium} \quad \text{Ecuación 10}$$

$$Ahorro_{potencia}(A_p) = P_p - P_{p-premium} = 7.20 KW - 2.53KW = 4.67KW$$

$$Ahorro_{energía}(A_E) = Ahorro_{potencia}(A_p) \times \text{horas trabajadas durante el mes} \quad \text{Ecuación 13}$$

$$Ahorro_{energía}(A_E) = 4.67KW \times 286 \frac{\text{hora}}{\text{mes}} = 1335.62 \frac{KWH}{\text{mes}}$$

Ahorro económico (Se considerará todo cobro por concepto de energía facturado por la generadora)

$$\text{Ahorro}_{\text{económico}}(A_{\text{eco}}) = A_E \cdot C_E + A_E \cdot P_1 + A_E \cdot P_2 + A_E \cdot AP_1 + A_E \cdot AP_2 \quad \text{Ecuación 12}$$

$$\begin{aligned} \text{Ahorro}_{\text{económico}}(A_{\text{eco}}) = & \\ & 1335.62 \frac{\text{KWh}}{\text{mes}} \times \frac{\text{S/. } 0.117}{\text{KWh}} + 1335.62 \frac{\text{KWh}}{\text{mes}} \times \frac{\text{S/. } 0.0196}{\text{KWh}} + \\ & 1335.62 \frac{\text{KWh}}{\text{mes}} \times \frac{\text{S/. } 0.0018}{\text{KWh}} + 1335.62 \frac{\text{KWh}}{\text{mes}} \times \frac{\text{S/. } 0.0084}{\text{KWh}} + \\ & 1335.62 \frac{\text{KWh}}{\text{mes}} \times \frac{\text{S/. } 0.0117}{\text{KWh}} \end{aligned}$$

$$\text{Ahorro}_{\text{económico}}(A_{\text{eco}}) = \text{S/211.7 mensuales} = \text{S/2540.35 anual}$$

3.3.4. Mejoras para el sistema de iluminación

Un punto importante dentro de toda empresa es el sistema de iluminación. El molino cuenta con sistema de iluminación en el cual predomina el uso de lámparas fluorescentes.

Tabla 36: Cantidad y características de las luminarias actuales del molino Sudamérica.

Fuente: Elaboración Propia.

Área	Cantidad	Potencia	Eficiencia	Potencia por área	Horas mensuales de trabajo
Almacén	20	40 W	62.5lm/W	800 W	312 hrs
Añejado	18	40 W	62.5lm/W	720 W	312 hrs
Pilado	13	40 W	62.5lm/W	520 W	260 hrs
Administrativas	8	32 W	54 lm/W	256 W	260 hrs

Se presenta la propuesta de la reducción de consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación a través del uso de la tecnología LED

Tabla 37: Cantidad y características de las luminarias propuestas para la mejora y el ahorro energético del molino Sudamérica.

Fuente: Elaboración Propia.

NUEVOS EQUIPOS					
Area	Cantidad	Modelo	Flujo	Eficiencia	Potencia
Almacén	20	CorePro	2200 lm	110lm/W	20 W
Añejado	18	CorePro	2200 lm	110lm/W	20 W
Pilado	13	CorePro	2200 lm	110lm/W	20 W
Administrativas	8	Stander	1400 lm	107 lm/W	13W

- Ahorro energético en almacén y añejado**

$$Ahorro_{potencia}(A_P) = P_{abs\ 1} - P_{abs\ 2} = 1.52\ Kw - 0.760Kw = \mathbf{0.76Kw}$$

$$Ahorro_{energia}(A_E) = 0.76KW \times 312 \frac{horas}{mes} = \mathbf{237.12 \frac{KWH}{mes}}$$

- Ahorro energético en pilado**

$$Ahorro_{potencia}(A_P) = P_{abs\ 1} - P_{abs\ 2} = 0.52\ Kw - 0.26Kw = \mathbf{0.26Kw}$$

$$Ahorro_{energia}(A_E) = Ahorro_{potencia}(A_P) \times horas\ trabajadas\ durante\ el\ mes \quad Ecuación\ 13$$

$$Ahorro_{energia}(A_E) = 0.26KW \times 260 \frac{horas}{mes} = \mathbf{67.6 \frac{KWH}{mes}}$$

- Ahorro energético en áreas administrativas**

$$Ahorro_{potencia}(A_P) = P_{abs\ 1} - P_{abs\ 2} = 0.256\ Kw - 0.104Kw = \mathbf{0.152Kw}$$

$$Ahorro_{potencia}(A_P) = P_{abs\ 1} - P_{abs\ 2} \quad Ecuación\ 15$$

$$Ahorro_{energia}(A_E) = 0.152\ KW \times 260 \frac{horas}{mes} = \mathbf{39.52 \frac{KWH}{mes}}$$

- **Ahorro energético total al mes**

$$Ahorro_{energía} = 237.12 \frac{KWH}{mes} + 67.6 \frac{KWH}{mes} + 39.52 \frac{KWH}{mes} = 344.24 \frac{KWH}{mes}$$

Ahorro económico (Se considerará todo cobro por concepto de energía facturado por la generadora)

$$Ahorro_{económico}(A_{eco}) = A_E \cdot C_E + A_E \cdot P_1 + A_E \cdot P_2 + A_E \cdot AP_1 + A_E \cdot AP_2 \quad \text{Ecuación 12}$$

$$Ahorro_{económico}(A_{eco}) = 344.24 \frac{KWh}{mes} \times \frac{S/. 0.117}{KWh} + 344.24 \frac{KWh}{mes} \times \frac{S/. 0.0196}{KWh} + 344.24 \frac{KWh}{mes} \times \frac{S/. 0.0018}{KWh} + 344.24 \frac{KWh}{mes} \times \frac{S/. 0.0084}{KWh} + 344.24 \frac{KWh}{mes} \times \frac{S/. 0.0117}{KWh}$$

$$Ahorro_{económico}(A_{eco}) = S/54.56 mensuales = S/654.72 anual$$

3.4. Evaluación económica de las mejoras planteadas

La evaluación económica nos permitirá identificar cual será el gasto económico que la empresa tendrá que retribuir para la implementación de las mejoras y el tiempo de recuperación de este gasto para comenzar a generar ganancias.

3.4.1. Inversión económica para la implementación de mejoras

El gasto necesario para la implementación del proyecto será generado por adquisición de equipos y el montaje de estos, capacitación del personal y el desarrollo de los programas de eficiencia.

- **Adquisición de equipos**

Los principales equipos que se requieren ser adquiridos serán los motores de alta eficiencia y sistemas de iluminación Led.

Tabla 38: Características, cantidad y coste de los elementos requeridos para la mejora de la calidad de energía del molino Sudamérica.

Fuente: Elaboración Propia.

Equipo	Función	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Motor 45 KW / 380 V/ NEMA PREMIUN	Pulidora Oyama 1 Y 2	2	S/. 12,754.88	S/. 25,509.76

Motor 55 KW / 380 V/ NEMA PREMIUN	Pulidor de Agua	1	S/. 13,805.08	S/. 13,805.08
TOTAL 1				S/.39314.84
Floreciente led / CorePro LedTube / 20 W	Iluminación	51	S/. 40	S/. 2,040
Foco Led / Stander E27Ledbuld / 13 w	Iluminación	8	S/. 28	S/. 224
TOTAL 2				S/. 2,264

Tabla 39: Inversión requerida para el cambio de equipos y elementos de iluminación

Fuente: Elaboración Propia.

Inversiones a realizar	Monto
Programa de eficiencia energética	S/. 3,200
Motores de alta eficiencia	S/. 39,314.84
Sistema de iluminación led	S/. 2,264
Instalación y puesta en servicio de equipos	S/.3,500
Mantenimientos (5% del costo de equipos nuevos)	S/.1,965.74
Capacitación de uso adecuado de nuevas tecnologías (5% del costo de equipos nuevos)	S/.1,965.74
TOTAL	S/. 52,210.32

3.4.2. Ingresos generados gracias a la nueva implementación

Estos ingresos son los provenientes de las reducciones de la energía eléctrica generados por las mejoras propuestas.

Tabla 40: Ingresos generados con la implementación

Fuente: Elaboración Propia.

Ingresos	Energía reducida Mensual	Monto Mensual
Mejora con la implementación de Programa de eficiencia energética (1% del consumo promedio de energía)	1364.33 KW	S/. 216.25
Reducción por motores de alta eficiencia	3271.84 KW	S/. 518.60
Reducción por sistema de iluminación led	344.54 KW	S/. 54.56
TOTAL	4980.71 KW	S/. 789.44

Esto indica que mensualmente se podrá generar un ahorro de **S/. 789.44** soles al mes o **S/. 9473.28** al año.

3.4.3. Aplicación de cálculo de Indicadores de Rentabilidad VAN – TIR

La aplicación del sistema VAN – TIR nos mostrara que tan rentable es la aplicación de estas mejoras. Se está considerando para tal efecto la vida útil del equipamiento con mayor tasa de inversión, siendo en este caso los motores de alta eficiencia.

➤ **Vida útil = 15 años**

Dado que la vida útil promedio será de 15 años se estira para el cálculo del VAN – TIR una proyección de 10 años del proyecto y una tasa de interés anual comercial del 11%

- **VALOR ACTUAL NETO**

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1+i)^1} + \frac{Q_2}{(1+i)^2} + \frac{Q_3}{(1+i)^3} + \frac{Q_n}{(1+i)^n}$$

Ecuación 16

$$VAN = S/ 3580.02$$

Dónde:

A: Monto total de la inversión

Q: Flujo neto de caja anual (ingresos promediados)

I: Interés anual comercial

Reemplazando variables da como resultado un **VAN de S/. 3,580.02**, este resultado de valor positivo determina que la inversión es factible.

- **TASA DE INTERNA DE RETORNO**

Para poder encontrar el TIR será necesario aplicar la misma fórmula de VAN, pero esta se iguala a cero, y se tendrá que encontrar el interés anual comercial.

$$0 = -A + \frac{Q_1}{(1+i)^1} + \frac{Q_2}{(1+i)^2} + \frac{Q_3}{(1+i)^3} + \frac{Q_n}{(1+i)^n} \quad \text{Ecuación 17}$$

Dónde:

A: Monto total de la inversión

Q: Flujo neto de caja anual (ingresos promediados)

I: variable a encontrar como TIR

$$i = 13\% \\ \text{TIR} = 13\%$$

Reemplazando variables dio como resultado que el TIR será de un 13% en cual es mayor a la tasa de interés, lo cual hace viable el proyecto.

IV. DISCUSIÓN

- Según Delgado Rojas, proponer una auditoría energética es indispensable para saber el estado actual de los consumos de energía que realiza la empresa, identificando las características de los sistemas técnicos del suministro de energía y realizando una evaluación de cada uno de los sistemas para identificar posibles defectos que estuvieran generando gastos innecesarios de energía.

- Según Denis Valerin, un punto importante del ahorro de energía es la elaboración de planes y políticas de ahorro de energía dentro de la empresa, además la concientización y capacitación del personal para adecuarlos a estas nuevas políticas, generara una cultura de ahorro de energía dentro de los miembros empresa. Es necesario también hacerlos partícipes de los logros generados y demostrarles que gracias a ellos se están logrando estos objetivos.

- Según Miguel Díaz Zurita, determina que la implementación de nuevas tecnologías dentro de la empresa permitirá reducir las pérdidas por equipos antiguos de bajos niveles de eficiencia, si bien el coste de esta nueva eficiencia es más elevado que los equipos convencionales, el estudio económico de ahorro de energía determina que a la larga la implementación de estos genera ahorros considerables para la empresa, sobrepasando la inversión realizada.

V. CONCLUSIONES

- La molinera Sudamérica tiene como principal fuente de energía a la energía eléctrica, la cual es suministrada por la generadora Santa Rosa, la cual entrega una potencia contratada de 555 KW, dicha potencia es repartida a 3 transformadores, uno para cada área, secado, pilado y añejado.
- Se ha determinado que el molino Sudamérica tiene como indicador de consumo energético en el área de secado de 24.48 KW/TN, en el área de pilado de 53.56 KW/TN y en área de añejado 87.50 KW/TN, siendo esta ultima la que realiza los mayores consumos de energía para poder general el producto final.
- Para poder reducir los índices de consumo de energía se ha planteado que los motores de mayor consumo de energía dentro de la planta sean cambiados por motores de un mejor nivel de eficiencia, además también se plantea el cambio de los equipos de iluminación, por otros de igual capacidad luminiquica pero mejores estándares de eficiencia energética.
- Los resultados del análisis económico dieron como resultado que el ahorro generado será de 4,980.71 KW/ mensual y 59,768.52 KW/ Anuales, el VAN dio como resultado S/ 3,580 y el TIR da como resultado 13%.

VI. RECOMENDACIONES

- Brindar un seguimiento constante a los programas de eficiencia energética, permitirá identificar posibles puntos de falla en las propuestas realizadas y de esta manera poder corregirlas en un corto plazo.
- Realizar charlas y capacitaciones constantes al personal para generar un espíritu de compromiso con los planes de ahorro energético generados por la empresa, de esta manera el personal sentirá que es parte fundamental en el desarrollo de la empresa.
- La ejecución de un correcto plan de mantenimiento de todos los equipos dentro de la planta permitirá que prolongar la vida útil de los equipos, además de mejorar los niveles de eficiencia de estos.
- Cuando se requiera realizar un cambio de algún equipo, se debe realizar el planteamiento por la adquisición de equipos con mejores niveles de eficiencia que los cuales se van a sustituir, esto permitirá que se mejore aún más los estándares de eficiencia energética con los cuales cuenta la empresa, reduciendo los costos operativos de la empresa.

REFERENCIAS

Agencia Internacional de la Energía. 2016. Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos. París : s.n., 2016.

Aranda, Alfonso, y otros. 2014. *Sistema de Gestión Energética ISO 50001*. Zaragoza : UNE, 2014.

Carretero, Antonio y Manuel, García Juan. 2015. Gestión de la Eficiencia Energética: Cálculo del Consumo, indicadores y mejora. Madrid : Aenor, 2015.

Echeandía Diez, Rodrigo Fernando. 2016. *DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NORMA ISO 50001 EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO*. Chiclayo : Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2016.

El comercio. 2018. Electricidad industrial: ¿Cómo ahorrar hasta 60% de energía? *El comercio*. [En línea] 5 de marzo de 2018. <https://elcomercio.pe/economia/peru/electricidad-industrial-ahorrar-60-energia-noticia-502197>.

Expasión. 2016. Aumentan las emisiones de CO2 en Perú. [En línea] 2016. <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/peru>.

Gilberto, Arellano Bastidas Olger. 2015. Estudio y análisis de eficiencia energética del sistema eléctrico del hospital IESS- Ibarra. San Golquí , Ecuador : s.n., 2015.

gnccaldereria. 2016. gnccaldereria. <http://www.gnccaldereria.es/que-es-el-efecto-joule/>. [En línea] octubre de 2016. <http://www.gnccaldereria.es/que-es-el-efecto-joule/>.

Juana, Jose maría de, y otros. 2008. *Energías Renovables para el desarrollo*. Málaga, España : Thomson Ediciones Spain, 2008.

Karlsson, Per-Ola, Decker, Christopher y Moussalli, Jad. 2015. Eficiencia energética en los EAU: apuntando a la sostenibilidad. *Strategy*. [En línea] 4 de

junio de 2015. <https://www.strategyand.pwc.com/reports/energy-efficiency-in-uae>.

Matesanz, Angela. 2008. Eficiencia Energetica. *Habitat*. [En línea] Setiembre de 2008. <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-eficiencia-energetica.html>.

Ministerio de Energia y Minas. 2007. *Guía didáctica para el desarrollo de auditorías energéticas*. 2007.

Monterroso Moscoso, José Samuel. 2015. *Estudio de la eficiencia energética en una fábrica de Zapatos*. Guatemala : Atlantic International University, 2015.

Organismo Internacional de Energia Atomica. 2008. Indicadores energeticos del desarrollo sostenible : directrices y metodologia. [En línea] 2008. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1222s_web.pdf.

OSINERGMIN. 2017. *Opciones tarifarias y condiciones de aplicación de las tarifas a usuario final*. 2017.

Pérdidas Joule en alimentadores que transportan corrientes armónicas.

Guillermo F. di Mauro, Juan A. Suárez, Daniel O. Anaut, Rubén R. di Mauro, Carlos A. Agüero. 2013. N° 3, Mar del Plata, Argentina : Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 2013, Vol. vol. 21.

Pielli, Katrina y al, et. 2014. EXAMINANDO PROBLEMAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ÁFRICA. *USAID*. [En línea] dec de 2014. [Citado el: 18 de SETIEMBRE de 2018.] <https://www.usaid.gov/powerafrica/newsletter/dec2014/smarter-power-in-africa>.

Rios, Alverto. 2016. Futuro de la Energia en Peru. 2016.

Salgado Muñoz-Nájar, Matías. 2014. Propuesta de mejora en la gestión energética. Lima : s.n., 2014.

Sanchez, Edwar Alberto Irigoín. 2016. AUDITORÍA ENERGÉTICA PARA REDUCIR EL CONSUMO ELÉCTRICO EN LA EMPRESA AUTOMOTORES PAKATNAMU. Chiclayo : s.n., 2016.

ANEXOS

ANEXO N° 01: Entrevista documentada a los encargados y responsables del molino Sudamérica

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ESCUELA: Ingeniería mecánica eléctrica

Alumno Responsable: Sánchez Vidal Víctor Pavel

Tesis: “Análisis de los Indicadores Energéticos para Mejorar la Eficiencia Energética del Molino Sudamérica”

Objetivo: La presente entrevista tiene como objetivo determinar el grado de conocimiento de los trabajadores de la empresa sobre indicadores energéticos y eficiencia energética, así como, de los problemas que podría estar presentado la empresa.

Guía de Entrevista



Fecha: ____/____/____

Hora: _____

Empresa:

1. Datos Personales

Datos de entrevistado
Nombre:
Cargo:
Tiempo de Trabajo:

Datos de entrevistador
Nombre:
Cargo:

2. Direccionamiento de Entrevista:

A. Dirigida a Supervisores de Planta

1. ¿Sabe usted que es la eficiencia energética?
2. ¿En qué nivel de eficiencia energética cree usted que se encuentra el molino?
3. ¿Qué área cree usted que tiene los niveles más bajos de eficiencia energética?
4. ¿Cuentan ustedes con planes de mantenimiento?
5. ¿Cuentan con personal calificado para los trabajos de mantenimiento y verificación de fallas?
6. ¿Se han realizado mediciones de energía en los últimos meses para identificar los niveles de consumo de las diferentes áreas?
7. ¿Se tiene previsto realizar mediciones de energía para identificar los niveles de consumo de las diferentes áreas?

B. Dirigida a personal de mantenimiento

1. ¿Sabes usted que es la eficiencia energética?
2. ¿Cuáles son los problemas técnicos más frecuentes dentro del molino?
3. ¿Cada que tiempo se llevan a cabo el mantenimiento eléctrico?
4. ¿El mantenimiento eléctrico es realizado por ustedes o por personal externo?

5. ¿Qué equipo cree usted que es el mayor consumidor de energía, y por qué?
6. ¿En qué horario encienden los sistemas de iluminación?

ANEXO N° 04: Ficha de inventario de Luminarias



Ficha de Inventario de Luminarias								
Nombre de Empresa								
Dirección								
Rubro								
Encargado de Inventario								
Fecha de Levantamiento:								
N°	Area	N° de Equipos	Tipo de lampara	N° de lamparas por equipo	Potencia (w)por lampara	Potencia total (W)	Marca	Modelo
					Potencia Instalada (KW)			