



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Auditoría Energética para Optimizar la utilización de la energía eléctrica, en la piladora de arroz "El Lirio S.A.C" – La Victoria – Chiclayo.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Vasquez Delgado, Abel ([ORCID: 0000-0003-4568-0268](https://orcid.org/0000-0003-4568-0268))

ASESOR:

Msc. Celada Padilla, James Skinner ([ORCID: 0000-0002-5901-2669](https://orcid.org/0000-0002-5901-2669))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, transmisión y distribución

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedico esta investigación ante todo a Dios, por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante en mi carrera profesional. A mis padres que fueron las personas que nunca dejaron de creer en mí y siempre estuvieron apoyándome en todo momento. Agradecer la fortaleza que me dieron para afrontar las dificultades que tuve en este paso de mi vida.

Abel

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por protegerme y darme las fuerzas para afrontar las dificultades que viví en esta etapa de mi vida.

A mi madre, por ser la persona que nunca dejo de creer en mí y siempre me dedico unas palabras de aliento para seguir adelante.

A mi padre, por sus consejos diarios y por transmitirme su esfuerzo en la toma de decisiones, las cuales me hicieron fuerte para seguir afrontando las adversidades de la vida.

El autor

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	9
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	9
3.2 Variables y operacionalización	9
3.3 Población, muestra, muestreo	11
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5 Procedimientos.....	12
3.6 Método de análisis de datos	13
3.7 Aspectos éticos.....	13
IV. RESULTADOS.....	14
V. DISCUSIÓN	52
VI. CONCLUSIONES	56
VII. RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS.....	58
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Capacidad Instalada por proceso</i>	17
Tabla 2. <i>Balance de Potencia</i>	18
Tabla 3. <i>Índice de consumo energético</i>	19
Tabla 4. <i>Pulidora de cono I (25 HP)</i>	38
Tabla 5. <i>Pulidora de cono II (20 HP)</i>	39
Tabla 6. <i>Pulidora de fricción (20HP)</i>	40
Tabla 7. <i>Motor de la Pulidora De Cono I (25 HP)</i>	41
Tabla 8. <i>Motor de la Pulidora De Cono II (20 HP)</i>	41
Tabla 9. <i>Motor de la Pulidora de Fricción (20 HP)</i>	41
Tabla 10. <i>Cálculo del factor de potencia y selección del banco de condensadores</i>	42
Tabla 11. <i>Banco de condensadores a instalar</i>	42
Tabla 12. <i>Evaluación del presupuesto por alternativa</i>	48
Tabla 13. <i>Índice de consumo energético</i>	49
Tabla 14. <i>Parámetros para evaluación económica</i>	50
Tabla 15. <i>Flujo económico</i>	50

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Proceso de recolección de datos	12
<i>Figura 2.</i> Diagrama de operaciones del proceso	14
<i>Figura 3.</i> Organigrama de la piladora	16
<i>Figura 4.</i> Balance de potencia	18
<i>Figura 5.</i> Índice de consumo energético.....	37
<i>Figura 6.</i> Diagrama de carga típico de proceso de pilado de arroz	38
<i>Figura 7.</i> Controlador automático para Corrección del F. Potencia Modelo VARLOGIC NR6.....	43
<i>Figura 8.</i> Condensador trifásico	44
<i>Figura 9.</i> Contactor trifásico Modelo LC1 DWKQ7	44
<i>Figura 10.</i> Interruptor Automático Compacto Modelo Compact NSX400N 320A .	45

RESUMEN

La presente tesis está enmarcada dentro de las políticas de mejoramiento de los valores de la eficiencia energética de las plantas procesadoras de alimentos, específicamente en el pilado de arroz, el cual es una de las principales actividades económicas que se desarrolla en la Región Lambayeque.

Las empresas que procesan la materia prima están en constante mejoramiento, en cuánto a sus índices de consumo específico de energía, y en algunos casos, es un requisito a fin de poder ser certificadas y así sus productos puedan ingresar a mercados cada vez más exigentes.

La investigación realizada tuvo como objeto de estudio el consumo de energía y su comparación con los niveles de producción de pilado de arroz; y se hizo la evaluación de la factibilidad técnica económica del mejoramiento del consumo energético a través de una auditoría energética en la Piladora de Arroz “El Lirio S.A.C.” – La Victoria – Chiclayo, empleando una metodología de tipo aplicada nivel descriptivo, con enfoque cuantitativo con diseño no experimental, considerando una muestra relacionada con las instalaciones de la piladora de arroz “El Lirio S.A.C.”.

Entre sus resultados, se evidenció que para la potencia instalada de la planta de 145.5 kW, y con el ritmo de funcionamiento actual, están por debajo de los estándares que el Ministerio de Energía y Minas recomienda; siendo una de las propuestas, la utilización de motores de acuerdo a la potencia de la carga de cada proceso, como también la optimización del tiempo.

Así mismo, en la evaluación económica, se obtuvo indicadores tales como VAN de 4457,84 soles demostrándose que genera beneficios después de haber logrado cubrir todos los costos, asimismo con un TIR de 24% siendo mayor que el costo del capital del 12%, y una relación costo beneficio de 1.25, el cual hace factible la realización de los cambios propuestos.

Palabras clave: Consumo energético, auditoría energética, piladora de arroz

ABSTRACT

This thesis is framed within the policies to improve the energy efficiency values of food processing plants, specifically in the rice field, which is one of the main economic activities carried out in the Lambayeque Region.

The companies that process raw material are constantly improving, in terms of their specific energy consumption rates, and in some cases, it is a requirement in order to be certified so that their products can enter increasingly demanding markets.

The research carried out had as an object of study the energy consumption and its comparison with the production levels of rice milling; and the evaluation of the technical economic feasibility of the improvement of energy consumption was made through an energy audit in the Piladora de Arroz "El Lirio S.A.C." - La Victoria - Chiclayo, using a descriptive-level applied methodology, with a quantitative approach with a non-experimental design, considering a sample related to the facilities of the "El Lirio S.A.C." rice mill.

Among its results, it was evidenced that for the installed power of the plant of 145.5 kW, and with the current operating rhythm, they are below the standards recommended by the Ministry of Energy and Mines; one of the proposals being the use of motors according to the power of the load of each process, as well as the optimization of time.

Likewise, in the economic evaluation, indicators such as NPV of 4457.84 soles were obtained, showing that it generates benefits after having managed to cover all costs, also with an IRR of 24% being greater than the cost of capital of 12%, and a cost benefit ratio of 1.25, which makes it possible to carry out the proposed changes

Keywords: Energy consumption, energy audit, rice-padding machine.

I. INTRODUCCIÓN

La energía que se utiliza para las diferentes plantas industriales de procesamiento de materia prima, representa un importante insumo, el cual tiene importancia significativa al momento de evaluar costos de producción. (Gimenez, 2019, p.3)

El uso de la energía eléctrica en las fábricas de pilado de arroz en América Latina, específicamente en los países productores de Arroz, como son Ecuador, Colombia y Perú, se hace imprescindible, con una variación tanto en la cantidad de energía consumida, así como en el precio de éste; hace que sea sensible para la empresa, en cuánto a sus costos operativos, que influye en la venta del producto final (Zegarra, 2020, p.23).

En países del Lejano Oriente, como Japón, se han aplicado diversas auditorías energéticas a las instalaciones industriales, a las de transformación de materia prima, así como de la generación de energía en todas sus formas, debido a que es una política energética que se ha trazado el estado; y con ello se tiene niveles altos de calidad de la energía, pero también existe una concientización de la población en cuanto al uso racional de los recursos naturales que tiene. Los japoneses, han sido educados en la optimización del consumo de energía, teniendo como ejemplo que el agua caliente debe ser reutilizado en la temporada de invierno. (Manuel, 2019).

En España, la institución denominada Energy Efficiency Watch, buscó promover la eficiencia y también la calidad de la energía; para lo cual aplicó políticas energéticas a mediano y largo plazo. Existe una vigilancia de los niveles de eficiencia, así como de calidad de energía, el cual es coordinado por la Institución EFORES, la que propuso la iniciativa, y alcanzó ahorro de energía del 30%, lo que equivale a un 20% menos de emisiones de gases de efecto invernadero (Energy L. , 2018).

En Japón, el sistema de los molinos de arroz tailandeses, por lo general miden y registran en el consumo de energía de los equipos principales, donde la mayor parte de la energía eléctrica en los molinos proviene de todos los consumos de energía, donde para reducir el costo de la energía eléctrica, de la demanda de carga eléctrica fue uno de los factores que afectaron los precios de la energía eléctrica (Sittichai & Narong, 2017).

En América Latina y el Caribe, debido a la diversidad energética con la que cuenta la región, existe uno de los mercados de energía renovables más dinámica del mundo, donde las estimaciones indican que el crecimiento de las energías renovables será de alrededor del 1,9% anual durante los próximos decenios (Barragán, 2020).

En distintas industrias arroceras, existen posibilidades de ahorro desde 5% a 10% en energía eléctrica, además, del 10% a 30% en energía térmica. Por otra, parte el gasto de energía eléctrica en los servicios privados, de acuerdo la dirección general de electricidad y el ministerio de energía y minas ha sido 160 255 MW.h. para el año 2018 (FLUKE, 2019).

En la Piladora de Arroz “El Lirio S.A.C.”, una organización creada en el 2011, a través de la adquisición de equipos de otra entidad que se dedicaba al mismo rubro, que tenía como producción un promedio de 50 sacos de arroz cada hora. La empresa, logro posicionarse de manera rápida en el mercado, donde posteriormente logro adquirir equipos nuevos para su producción, la cual incrementó a 100 sacos la hora y por ende también hubo un aumento en el consumo eléctrico; sin embargo, la relación entre la cantidad del producto terminado con el consumo de energía, no guardan relación directa; por lo tanto, el costo de la energía eléctrica, resulta siendo de un valor que no depende del nivel de producción. En inicio del 2019, la empresa laboraba hasta las 8 p.m., todo por el incremento del total facturado en sus recibos de luz, pero con el propósito de reducir estos inconvenientes de gasto excesivo en luz, se realizó una auditoría con el fin de rediseñar el plano eléctrica, para así optimizar el consumo energético, teniendo que laborar solo en horas claves.

El problema se formuló: ¿En qué medida la auditoría energética determina la optimización del uso de la energía eléctrica, en la Piladora de Arroz “El Lirio S.A.C.” – La Victoria – Chiclayo?

Esta investigación, se realizó con la finalidad de optimizar el consumo energético dentro del molino “El Lirio S.A.C.” realizando un análisis de los resultados para la comparación entre la actual con la mejorada y esto conllevo a estudios factibles económicos. Se justificó tecnológicamente la propuesta, debido a que es posible ajustar los procesos de pilado de arroz, de acuerdo con

un plan en el cual no se generen “cuellos de botellas” en el proceso, sumado a ello el plan de mantenimiento preventivo a sus elementos electromecánicos.

En lo ambiental, al tener menores consumos de energía, se tiene menores emisiones de gases de escape, debido a que las fuentes de energía del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional son de índole térmico. En lo social, la optimización de la energía, permitió que los sistemas trabajen eficientemente redundando en una mejor atención al usuario. En lo económico, se logró determinar una relación directa entre el incremento de la producción con el incremento del consumo de energía.

El objetivo general de la investigación es de evaluar la factibilidad técnica económica del mejoramiento del consumo energético a través de una auditoría energética en la Piladora de Arroz “EL LIRIO S.A.C.” – La Victoria – Chiclayo; con objetivos específicos, como son la de evaluar el consumo energético en la Piladora de Arroz; elaborar la propuesta del mejoramiento del consumo energético a través de una auditoría energética en la Piladora de Arroz “El Lirio S.A.C.”; evaluar el costo/beneficio de la implementación de la propuesta.

Por último, la hipótesis, queda redactado de la siguiente manera, La auditoría energética permite el mejoramiento del consumo energética en la Piladora de Arroz “El Lirio S.A.C.” – La Victoria – Chiclayo.

II. MARCO TEÓRICO

Aguilar y Tulcán (2018) se trazaron como meta valorar la viabilidad técnica y económica de generación eléctrica, usando un método, de tipo descriptivo con diseño pre experimental.

Zamora (2021) tuvo como finalidad la presentación de una idea que ayude a optimizar la producción del procedimiento para pilar arroz, para ello empleo un método de tipo aplicado, con diseño no experimental. Los resultados obtenidos, fueron positivos, ya que la idea presentada tenía como meta implementar un mapa de flujo de valor, mantenimiento productivo general y las 5's; demostrando una estimación financiera con un VAN de \$ 13111,66 el TIR 51,68%, coeficiente costo beneficio de \$ 2,38 y una PRI de 1,73 años siendo factible la idea presentada. En general, haciendo uso de los diversos diagramas productivos, se concluyó que los diversos orígenes de la poca producción en la piladora son debido a las causas, fallas técnicas en las maquinarias que representa el 44,33%, inadecuado desembarque de la materia prima 26,47%.

Seed y otros (2017) se trazó como objetivo investigar el consumo de energía y la calidad de la moliendo de arroz, empleando una metodología de tipo experimental con diseño descriptivo. Entre sus resultados indicaron, que la eficiencia en el uso de energía térmica se estimó en 38,8% y 26,3% para IBBD e IHRD, respectivamente, en un rango de caída de humedad de 14,5% a 12% w.b. donde los atributos de calidad de molienda del producto final de arroz secado IHRD fueron significativamente superiores a los de IBBD. Concluyó que el tiempo de secado de la IHRD puede reducirse alrededor del 26% sin ningún cambio significativo en la calidad final del arroz blanqueado, resultando en reducir el uso total de energía específica del IBBD alrededor de 10,43 MJ Kg el agua se evaporó.

Kruszelnick y otros (2020) presentaron un análisis, la prueba y la evaluación de los sistemas de ingeniería mecánica en términos del consumo de energía involucrado en la moliendo de biomasa destinada a la producción de energía, donde la metodología prueba para mejorar los parámetros de la molienda multidisco, incluido la reducción del consumo de energía, la entrega de energía, la mejora de la calidad del producto. Entre sus resultados, el modelo original de consumo integrado de energía, indicaron que las pruebas en una amoladora de

cinco discos durante cinco programas para evaluar las velocidades angulares programables. Concluyendo que encontraron la velocidad angular de los discos, así como la consecuencia de la misma de las cuchillas de molienda, teniendo una influencia significativa en los valores del consumo de energía integrado del proceso preliminar.

Liñan (2020) realizó un diagnóstico de los procesos térmicos e identificar el consumo de vapor para cada equipo de proceso; como también establecer las pérdidas, así como las oportunidades de mejoras estableciendo una propuesta económica de inversión, empleando una metodología de tipo aplicada, mediante una auditoría energética.

Díaz (2018) realizó una auditoría energética en la planta para disminuir el consumo energía eléctrica, empleando una metodología de tipo aplicada, de diseño descriptivo con diseño no experimental. Los resultados que obtuvo demostraron que al sustituir motores estándares por otros de eficacia PREMIUN, permitió la reducción del gasto energético en 19138 kWh/año. Concluyendo, que para instalar un banco de acumuladores de capacidad 24,88 kVAR, corrigiendo el factor de potencia, donde su estudio financiero de la propuesta en un horizonte de 15 años, evaluado con una tasa de 12%, obteniendo un VAN de S/.8944,37 y la TIR = 17,41%.

Sisquen (2019) logró disminuir el consumo energético aplicando una auditoría energética, empleando una metodología de diseño no experimental prospectivo – transversal. Obtiene como resultados, que los balances de energía correspondientes dan como origen el área que más consume energía eléctrica es el área de producción con 13809 kW.h. Concluyó que con la implementación de la auditoría energética en la disminución del consumo eléctrico tiene una inversión 25800 soles, permitiendo mejorar la gestión de la misma, logrando un ahorro dentro de los 4 años de ejecución.

En tal sentido, las hipótesis teóricas que respaldan a las variables de estudio, son optimizar el sistema de energía en las piladoras de arroz, siendo estos los diversos dispositivos que consumen electricidad, que en varias instituciones de la nación, las energías empleados son las sucesivas: energía eléctrica, son los principales equipos consumidores de energía eléctrica en las instituciones se encuentra, los motores eléctricos tales como son las electro

bombas, compresoras, entre otros; lámparas de iluminación entre los que se encuentran los fluorescentes, incandescentes de descarga, tarifas eléctricas en media tensión y control de factor de potencia (Ballbé, 2018, p. 37). Los principios de la teoría de la modernización ecológica, sugiere que las sociedades desarrolladas aprovechen la tecnología, incluidas las innovaciones y políticas de eficiencia, con el fin de limitar las demandas humanas, así como los impactos en la naturaleza sin necesidad de frenar el crecimiento económico (Adua, Clark, & York, 2021).

La amplia aplicación de las intervenciones energéticas de los ocupantes, tales como la concesión de subvenciones que permitan promover el ahorro de energía, que implica inversiones financieras continuas, lo que ha sido un desafío particular para los proveedores de subvenciones, es decir de las agencias nacionales (Xu, Bon, & Wei, 2021). La intensidad del uso de energía en China, sigue siendo relativamente baja, en comparación con otras economías avanzadas, donde existe un margen sustancial para que aumente a medida que se mejoren los niveles de vida y los servicios industriales (SiyueGuo et al., 2021).

A la vez, se tiene que el consumo de energía en carretera sigue siendo poco conocido, debido a los rangos incompletos del sistema de metodología y la base de datos inadecuadas para las evaluaciones cuantitativas, donde se manifiesta que la conservación de la energía (Fusong et al., 2021). No obstante, la calidad institucional está teniendo un impacto positivo en el consumo de energía, basando en el petróleo, así como los recursos de combustibles fósiles, lo cual permiten brindar una señal de la globalización económica no ha aumentado la calidad del medio ambiente, con el tiempo en los países en desarrollo (Muhammad, Liu, & Najid, 2020).

No obstante, la energía es el factor clave en el crecimiento económico y las reformas son un medio, para mejorar la eficiencia energética, reduciendo su intensidad y disminución de su costo unitario, donde su papel de las reformas energéticas ha aumentado significativamente después de la globalización que afecta directamente a las industrias locales (Muhammad et al., 2021).

Los constantes escenarios energéticos globales anticipan una ruptura estructural en la relación el consumo de energía y el producto interno bruto,

donde en varios escenarios se proyectan un desacoplamiento absoluto, para lo cual el uso de energía cae mientras que el PIB continúa creciendo (Brockway, et al., 2021). La eficiencia energética, es considerada como una de las alternativas necesarias para minimizar el exceso de consumo energético en los hogares, pero existen varios factores que conducen a una inversión inferior en eficiencia energética (Sola & Ayala, 2020). La evaluación energética, es que un vaso lleno de agua con transparencia conmutable se simula y evalúa aquí por primera vez, donde el impacto del cambio de transparencia de la capa de agua en la demanda de energía de refrigeración y calefacción se evalúa simulando y analizando el rendimiento energético (Matyas & Ganji, 2021).

La baja eficiencia energética y de carbono de las instituciones, es importante relajar las sanciones económicas, con el fin de desarrollar fuentes de energía alternativas, refinar los objetivos corporativos de conservación de energía, donde permite comparar regularmente el rendimiento energético, con el fin de permitir el intercambio de buenas prácticas (Mohammad, Viachaslau, Mohammad, & Ghaderi, 2021).

Los impactos del progreso tecnológico, el consumo de energía renovable y el comercio internacional sobre las emisiones de carbono a diferencia de muchos otros estudios, se consideran variables de interés de manera ad hoc (Dakhri, Zeeshan, Muzzammil, & Muhammad, 2021). El análisis de dependencia de raíz unitaria y transversal de segunda generación, abarca que el análisis de cointegración indica relaciones a largo plazo entre las variables, mientras que el enfoque de mínimo cuadrado totalmente modificado, especifica el consumo de energía promueve el crecimiento económico y degrada la calidad ambiente a largo plazo.

Para realizar el cálculo potencial que tiene una instalación, se hizo de 2 maneras, la primera consistió en leer el contador energético durante una misma etapa de tiempo.

$$\tan \phi = \frac{Q}{P}$$

De acuerdo a la fórmula se tiene que: Q, Potencia reactiva (KVAR); P, Potencia activa (kW); Por cálculo. Potencia aparente

$$S = \sqrt{3} V x I$$

Potencia activa

$$P = \sqrt{3} V_{1x} I_{1x} \cos \varphi$$

Factor de potencia

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

La corrección del factor de potencia ($\cos \varphi$), se debe instalar un sistema de compensación reactiva. En donde se emplea la siguiente fórmula:

$$Q = P \cdot [\cos \varphi_f - \cos \varphi_i]$$

Dónde: Q = Banco de condensadores a compensar, en KVAR. P = Máxima demanda, en kW. $\cos \varphi_i$ = Factor de potencia deseado. $\cos \varphi_f$ = Factor de potencia actual.

Los escenarios energéticos mundiales han tratado de proyectar la transición futura de los sistemas energéticos sobre la base de un amplio conjunto de supuestos, métodos y objetivos desde una perspectiva nacional y mundial (Dmitrii, y otros, 2021). La transformación verde del uso de energía y las emisiones contaminantes en regiones, permite promover efectivamente el desarrollo sostenible en el país, donde el análisis envolvente de datos, indica la medida ajustado acotada, que se basa en la estructura aditiva (Zhuang, Xiadong, & Balezentis, 2021).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada, debido que toda la teoría que se utilizó sobre la auditoría energética, permitió desarrollar el mejoramiento del consumo energético.

Diseño de investigación: Diseño no experimental, porque se empezó recopilando datos de la empresa piladora de arroz, donde se identificaron factores que influían en el consumo energético. Es Transversal, debido que la información de investigación de las variables, se relacionaron para ser analizadas durante un período de tiempo determinado (Hernández, Fernández, & Baptista, 2016).

Es de nivel descriptivo, debido que se encargó de describir la población o una situación que se centra la investigación (Hernández et al, 2014). La presente investigación, describió las causas del incremento del consumo energético.

Es de enfoque cuantitativo, porque los datos recolectados fueron efectuados con el propósito de responder las interrogantes del presente estudio, a través del análisis estadístico, asimismo verificando la comprobación de la hipótesis de la misma (Arias Odon, 2012). En la investigación, se pretende demostrar que con la auditoría energética permite mejorar el exceso de consumo de energía en la piladora de arroz.

3.2 Variables y Operacionalización

Variable independiente: Utilización de la energía eléctrica

Definición conceptual

El consumo energético, optimiza los procesos de producción y fabricación utilizando la misma o menor cantidad de energía, para generar más bienes y servicios (Auli, 2019, p. 37).

Definición operacional

El consumo energético, estará enfocado en la producción de la planta, la energía eléctrica y la potencia eléctrica.

Indicadores

La auditoría energética, que se realizó en la piladora, se basa en el índice de consumo energético.

Escala de medición:

Ordinal

Variable dependiente: Auditoría energética

Definición conceptual

Es una inspección y análisis de los flujos de energía de una planta, con el propósito de entender la eficiencia energética (Chuquitarco, 2019, p.32).

Definición operacional

La auditoría energética, que se realizó en la piladora, se basa en el índice de consumo energético.

Indicadores

Se consideró los siguientes indicadores de los motores eléctricos y componentes:

- La potencia eléctrica fue medida en kilovatios (kW)
- Tensión eléctrica fue medida en voltios (V)
- Intensidad de corriente eléctrica fue medida en amperios (A)
- Tiempo de acumulación de energía eléctrica fue medida en horas (H).

Escala de medición:

Ordinal

3.3 Población, muestra, muestreo

La población: Fueron todos los motores eléctricos y equipos de trabajo de la piladora de arroz “El Lirio S.A.C.” Hernández y Mendoza (2018).

Criterio de inclusión: Se optó por la medición del índice de consumo energético de los motores eléctricos, será un contiguo de todas las instancias que concuerden con una característica o especificación particular (p.195).

La muestra: Estuvo constituido por los motores eléctricos de mayor potencia instalada de las instalaciones de la piladora de arroz “El Lirio S.A.C.” de acuerdo a Hernández y Mendoza (2018), la muestra será un subconjunto de la población de la que se recopilarán información o datos y debe representarla si se pretende trascender los resultados (p.196).

Tamaño de muestra:

$$n = \frac{Z^2(N)(p)(q)}{Z^2(p)(q) + e^2(N - 1)}$$

N = Población (27)

p = Proporción máxima a favor de la muestra 10% (0.1)

q = Proporción máxima que afecta a la muestra 10% (0.1)

Z = Nivel de confianza de estudio 94% (1.88)

e = Margen de error de muestra (0.09)

Remplazando en mi fórmula para hallar el tamaño de mi muestra:

$$n = \frac{1.88^2(27)(0.1)(0.1)}{1.88^2(0.1)(0.1) + (0.09)^2(27 - 1)}$$

$$n = 3.87$$

n = La muestra será de los 4 motores de mayor potencia instalada

El muestreo: De acuerdo a Hernández y Mendoza (2018), la unidad de muestreo son los casos seleccionados de un conjunto, todos los cuales constituyen una muestra. Igualmente, en la investigación, se ha utilizado el muestreo no probabilístico, ya que no se usa el cálculo estadístico para determinar el número de la muestra.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de la observación, consiste en observar los parámetros de funcionamiento de los motores eléctricos e instalaciones de la piladora de arroz, en relación al índice de consumo. Además, se empleó el análisis documental, tales como los reportes de los motores eléctricos e instalaciones.

Los instrumentos empleados para recolectar datos fueron: ficha de registro, datos obtenidos para realizar un análisis de la organización.

También se usó la guía de observación, donde se obtuvo datos de forma abierta, anotando solo información relevante, desde que se inicia una producción hasta su culminación.

3.5 Procedimientos

Para la recolección de la información, primero se presentó una carta de aceptación para el desarrollo de la misma, en las instalaciones de la piladora de arroz “El Lirio S.A.C.”. Por lo tanto, fue aceptado por parte de la gerencia, donde reciente se realizará un análisis del consumo energético, para así posterior aplicar la auditoría energética.

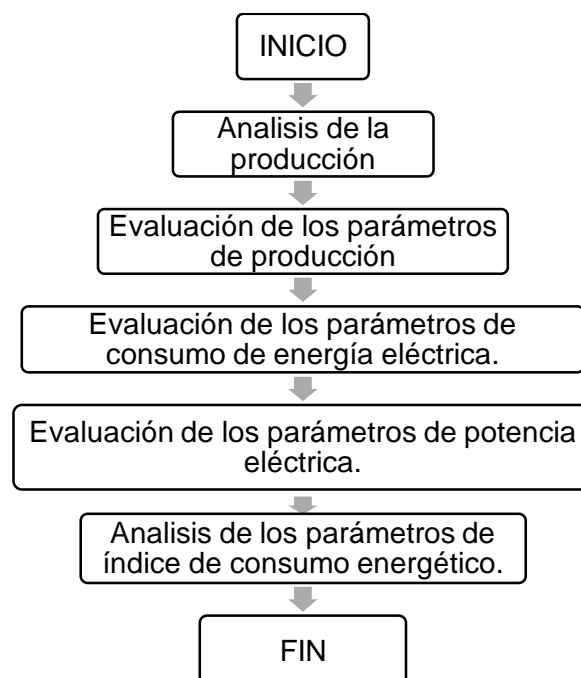


Figura 1. Proceso de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia

3.6 Método de análisis de datos

En el presente estudio, se utilizó la estadística descriptiva para analizar la información obtenida a través de los instrumentos. Entre ellos, se encuentra el análisis cuantitativo, refiriéndose a la investigación, con la finalidad de ser medidos, siendo útiles al momento de desarrollar un análisis estadístico de los cambios que trae la misma en ciertos aspectos que son sencillamente cuantificables.

3.7 Aspectos éticos

Para la recolección de información de la piladora de arroz “El Lirio” fue necesario solicitar la autorización de la misma, garantizando ser transparentes con el progreso de los objetivos. También se respetó la confidencialidad de datos, lo cual fue solicitado por el área administrativa.

En cuanto autoría referenciada, se respecto, citando a cada uno de los mencionados en este estudio, evitando así cometer copia. Pero para una mayor conformidad el presente estudio fue sometido a un software detector de copia, llamado Turnitin.

La recolección de datos fue desarrollada teniendo en cuenta ciertos principios éticos de la autoría, siendo todo ello reflejado de forma única en el contexto observado, garantizando así un estudio original y de gran ayuda para nuevas investigaciones.

En general, el estudio fue desarrollado bajo un estricto resguardo de datos facilitados por la organización, los cuales fueron utilizados única y exclusivamente para la presente tesis.

IV. RESULTADOS

4.1 Se evaluó del consumo energético en la Piladora de Arroz “El Lirio S.A.C.”

4.1.1 Proceso productivo del pilado de arroz

La figura 1, muestra en un diagrama de bloque el proceso de transformación de la materia prima, en éste caso el arroz, desde su recepción en el cuál se registran las características del ingreso del material, hasta su almacenamiento final como producto terminado, el cuál será despachados de acuerdo a las condiciones que presenta el arroz, como a los precios del mercado, el cual se comporta de acuerdo a la oferta y la demanda.

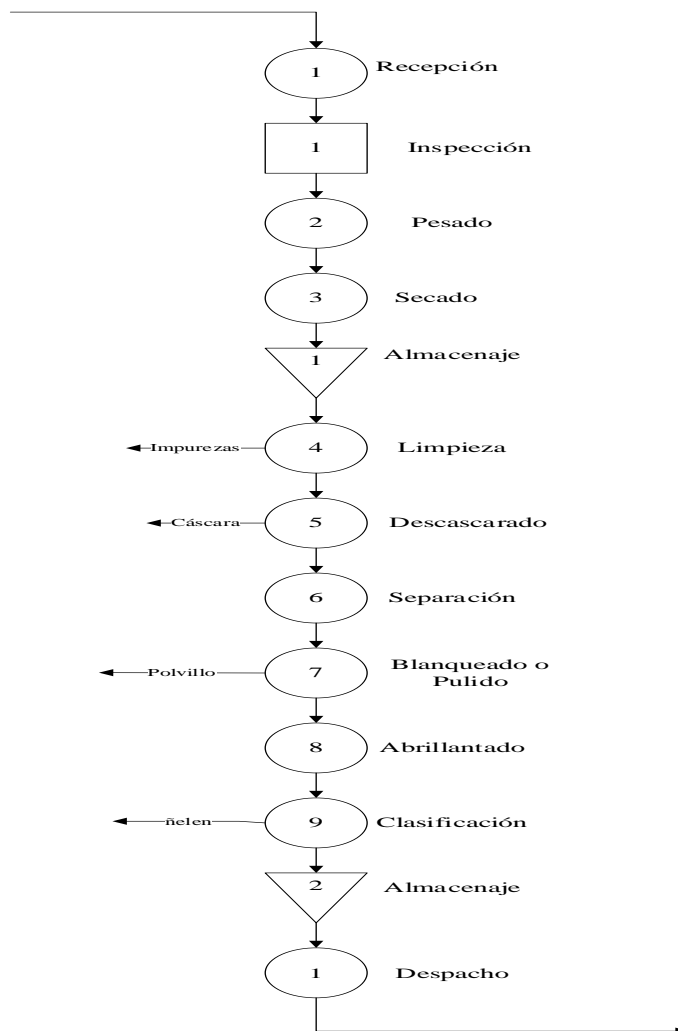


Figura 2. Diagrama de operaciones del proceso

Fuente: Elaboración propia

a. Se describió el Proceso de Pilado de Arroz

Ingreso del Arroz al proceso. Llega a la Piladora en sacos de 80 Kg, así como también a granel, en los camiones de diversos tonelajes. El contenido de humedad del arroz en época de verano tiene una humedad entre el 22 y 25% aproximadamente. En invierno los valores de humedad es cercano al 30%.

Secado. Existen varias formas que se realizan, una de ellas es el secado natural, es decir el arroz se extiende en mantas y cada cierto tiempo es removido manualmente; el otro método que se utiliza es la adición de aire caliente proveniente de los secadores.

Ensacado. El arroz que ya ha sido secado en tendales es llenado en sacos, para luego ser transportado en una tolva para el pilado respectivo; la humedad que ingresa el arroz para el pilado es del 3 a 5%. Dentro de un periodo de 15 días, el arroz homogeniza las propiedades de todos los granos.

Limpiador. Luego que el arroz es almacenado en la tolva, pasa por el proceso de zarandeo, el cual es un dispositivo que tiene una abertura de 0.5 Pulgadas de diámetro, para separar los residuos sólidos que pueda tener el arroz. El movimiento denominado roto vaivén es el que hace posible la separación del arroz con las demás partículas sólidas. La energía para éste separad se obtiene desde un motor eléctrico de 5 HP; desde este punto el arroz pasa a un elevador, en el cual se logra separar los cuerpos extraños, para lo cual utiliza un motor de 25 HP, con una capacidad de 2000 Kilogramos por hora.

Descascarillado. El proceso de descascarado se hace por fricción, se utiliz unos rodillos de caucho, los cuales giran a diferentes velocidades, y con ello se logra separar la cáscara, y con la ayuda de unos sopladores es trasladada dentro de unos ductos. La potencia del motor eléctrico es de 10 HP, con una transmisión mecánica de poleas y fajas.

Pulido. La pulidora es una máquina que remueve la mayor parte de las capas externas del grano de arroz sin cáscara, utiliza un motor eléctrico de 25 HP, las escobillas del pulidor logran dar el color blanco del arroz.

Escogido o zarandeado.

Consiste en el movimiento de un roto-vaivén, el cual genera dispersiones fraccionarias, logrando obtener un aproximado de 70% de granos íntegros, 20% de granos de segunda y 10% de granos de tercera.

Selectora por color. Máquina que tiene tres etapas y además 1 rechazo, en donde aquellos granos de arroz que no hayan sido clasificados por estas tres etapas pasaran a la 4ta etapa con el propósito de que si pasaron granos de buen color calidad sean aprovechados. Lo demás, vuelve a los pulidores a través de mangas.

Envasado.

Almacenamiento y Venta.

4.2 Clasificación General del Arroz Pilado

Arroz blanco: Denominado con este nombre, debido a que se le ha extraído todas las capas externas (embrión y endospermo), quedando listo para ser envasado.

Arroz integral. Arroz que solo se ha extraído la primera capa (cascara), todo ello por medio de rodillos, sin tocar capas exteriores.

4.3 Organigrama de la Piladora

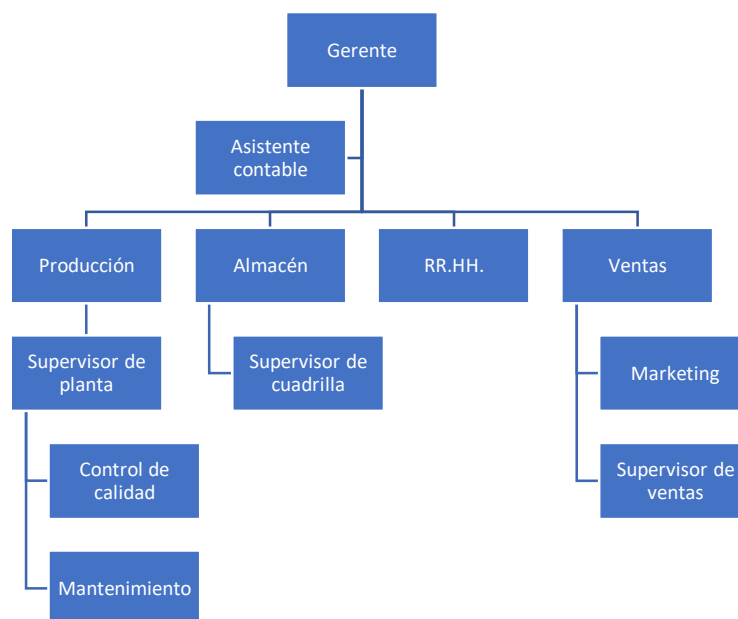


Figura 3. Organigrama de la piladora

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Capacidad Instalada por proceso

N°	Máquina	Proceso Ejecutado	Potencia Instalada [kW]
1	Elevador 1	Elevar	1.50
2	Pre-Limpia	Limpiar	5.60
3	Elevador 2	Elevar	1.50
4	Descascaradora	Descascarar	9.20
5	Descascaradora (Circuito)	Descascarar	3.70
6	Elevador 3	Elevar	0.75
7	Mesa Paddy	Seleccionar	2.20
8	Sinfín-descascaradora	Pajilla	0.75
9	Elevador 4	Elevar	0.75
10	Sinfín-retorno	Pajilla	0.75
11	Elevador 5	Elevar	0.75
12	Pulidor de cono	Pulir	29.83
13	Elevador 6	Elevar	1.00
14	Pulidor de rodillos	Pulir	37.29
15	Elevador 7	Elevar	0.75
16	Tolva de recepción	Limpiar	3.80
17	Mesa Rotativa	Selecccionar	1.10
18	Elevador 8	Elevar	0.75
19	Elevador 9	Elevar	0.75
20	Elevador 10	Elevar	0.75
21	Elevador 11	Elevación	0.75
22	Sinfín-Polvillo	Elevar	0.75
23	Ventilador de Polvillo	Polvillo	11.30
24	Ventilador de Polvo	Polvo	3.73
25	Maquina Selectora	Seleccionar	1.50
26	Compresor	Selecciónar	23.86
27	Iluminación	Iluminar	0.20
TOTAL (KW)			145.51

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1, se observa la capacidad instalada por proceso, abarcando 27 máquinas, donde se tiene una potencia hp de 193,12 con una potencia kW es 145,511.

Tabla 2. Balance de Potencia

Proceso	Potencia [Kw]
Elevación	9.970
Limpieza	9.400
Descascaradora	12.900
Iluminación	0.200
Selección	28.662
Pajilla	1.491
Pulido	67.113
Polvillo	12.046
Polvo	3.729
TOTAL	145.511

Fuente: Elaboración propia

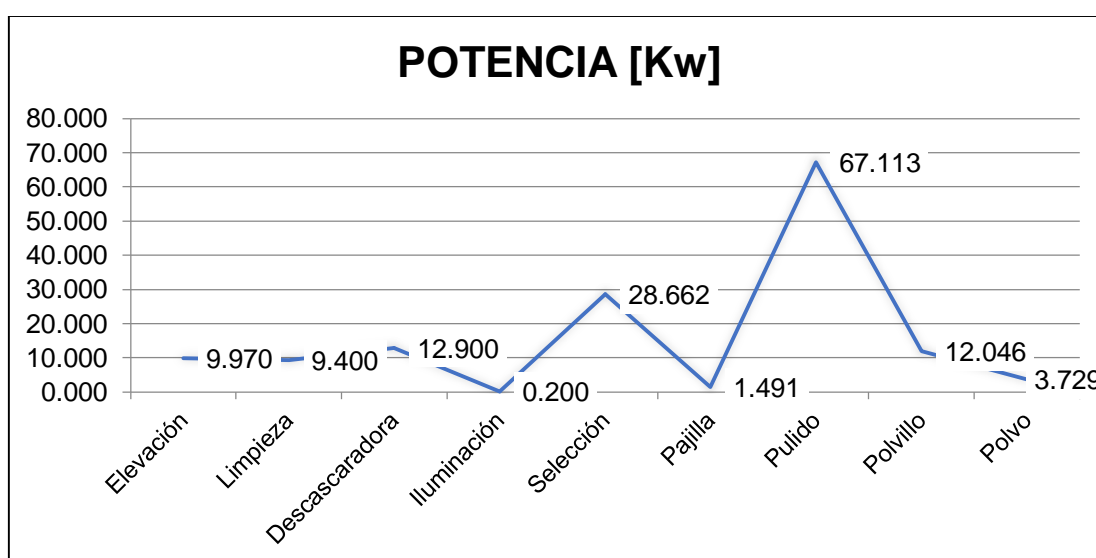


Figura 4. Balance de potencia

Fuente: Elaboración propia

4.3.1 Índice de consumo energético

En este apartado, es donde se puntualizó una síntesis primordial de insumos y producciones periódicas (mensual) obteniendo así el Índice de Consumo de energía (kW.h/qq).

Tabla 3. Índice de consumo energético

Mes	Día	Energía Activa KW-H	Producción (Quintales)	Índice de consumo energético (KW-H/qq)
Jul-20	1	1219.4	511.0	2.39
	2	1261.5	522.8	2.41
	3	1180.1	521.0	2.27
	4	1180.1	522.8	2.26
	5	1219.4	522.8	2.33
	6	1178.0	536.6	2.20
	7	1186.0	518.1	2.29
	8	1194.0	499.6	2.39
	9	1202.0	481.0	2.50
	10	1187.0	493.4	2.41
	11	1195.0	474.8	2.52
	12	1203.0	456.3	2.64
	13	1204.0	512.0	2.35
	14	1212.0	419.2	2.89
	15	1220.0	400.7	3.04
	16	1228.0	541.0	2.27
	17	1236.0	511.0	2.42
	18	1244.0	547.0	2.27
	19	1252.0	356.4	3.51
	20	1264.0	337.8	3.74
	21	1272.0	427.5	2.98
	22	1280.0	408.9	3.13
	23	1288.0	390.4	3.30
	24	1296.0	412.0	3.15
	25	1304.0	353.3	3.69
	26	1285.0	501.6	2.56
	27	1266.0	483.1	2.62
	28	1274.0	464.5	2.74
	29	1246.0	521.0	2.39
	30	1159.0	430.5	2.69
	31	1167.0	514.0	2.27

Mes	Día	Energía Activa KW-H	Producción (Quintales)	Índice de consumo energético (KW-H/qq)
Ago-20	1	1118.0	526.3	2.12
	2	1261.5	538.5	2.34
	3	1180.1	536.6	2.20
	4	1180.1	538.5	2.19
	5	1407.0	538.5	2.61
	6	1178.0	552.7	2.13
	7	1163.0	533.6	2.18
	8	1148.0	514.5	2.23
	9	1133.0	495.4	2.29
	10	1118.0	508.2	2.20
	11	1103.0	489.1	2.26
	12	1088.0	470.0	2.31
	13	1073.0	527.4	2.03
	14	1088.0	431.8	2.52
	15	1103.0	412.7	2.67
	16	1118.0	557.2	2.01
	17	1133.0	526.3	2.15
	18	1148.0	563.4	2.04
	19	1163.0	367.1	3.17
	20	1178.0	348.0	3.39
	21	1193.0	440.3	2.71
	22	1208.0	421.2	2.87
	23	1190.0	402.1	2.96
	24	1205.0	424.4	2.84
	25	1220.0	363.9	3.35
	26	1235.0	516.7	2.39
	27	1250.0	497.6	2.51
	28	1265.0	478.5	2.64
	29	1280.0	536.6	2.39
	30	1295.0	443.5	2.92
	31	1310.0	529.4	2.47

Mes	Día	Energía Activa KW-H	Producción (Quintales)	Índice de consumo energético (KW-H/qq)
Setiembre	1	1140.4	511.0	2.23
	2	1286.7	522.8	2.46
	3	1203.7	521.0	2.31
	4	1203.7	522.8	2.30
	5	1435.2	522.8	2.75
	6	1201.6	536.6	2.24
	7	1186.3	518.1	2.29
	8	1171.0	499.6	2.34
	9	1155.7	481.0	2.40
	10	1140.4	493.4	2.31
	11	1125.1	474.8	2.37
	12	1109.8	456.3	2.43
	13	1094.5	512.0	2.14
	14	1109.8	419.2	2.65
	15	1125.1	400.7	2.81
	16	1140.4	541.0	2.11
	17	1155.7	511.0	2.26
	18	1171.0	547.0	2.14
	19	1186.3	356.4	3.33
	20	1201.6	337.8	3.56
	21	1216.9	427.5	2.85
	22	1232.2	408.9	3.01
	23	1213.8	390.4	3.11
	24	1229.1	412.0	2.98
	25	1244.4	353.3	3.52
	26	1259.7	501.6	2.51
	27	1275.0	483.1	2.64
	28	1290.3	464.5	2.78
	29	1305.6	521.0	2.51
	30	1320.9	430.5	3.07

Mes	Día	Energía Activa KW-H	Producción (Quintales)	Índice de consumo energético (KW-H/qq)
Oct-20	1	1163.2	511.0	2.28
	2	1312.4	522.8	2.51
	3	1227.8	521.0	2.36
	4	1227.8	522.8	2.35
	5	1463.9	522.8	2.80
	6	1225.6	536.6	2.28
	7	1210.0	518.1	2.34
	8	1194.4	499.6	2.39
	9	1178.8	481.0	2.45
	10	1163.2	493.4	2.36
	11	1147.6	474.8	2.42
	12	1132.0	456.3	2.48
	13	1116.3	512.0	2.18
	14	1132.0	419.2	2.70
	15	1147.6	400.7	2.86
	16	1163.2	541.0	2.15
	17	1178.8	511.0	2.31
	18	1194.4	547.0	2.18
	19	1210.0	356.4	3.40
	20	1225.6	337.8	3.63
	21	1241.2	427.5	2.90
	22	1256.8	408.9	3.07
	23	1238.1	390.4	3.17
	24	1253.7	412.0	3.04
	25	1269.3	353.3	3.59
	26	1284.9	501.6	2.56
	27	1300.5	483.1	2.69
	28	1316.1	464.5	2.83
	29	1331.7	521.0	2.56
	30	1347.3	430.5	3.13
	31	1248.0	438.0	2.85

Mes	Día	Energía Activa KW-H	Producción (Quintales)	Índice de consumo energético (KW-H/qq)
Nov-20	1	1258.0	511.0	2.46
	2	1338.7	522.8	2.56
	3	1252.3	521.0	2.40
	4	1252.3	522.8	2.40
	5	1493.1	522.8	2.86
	6	1250.1	536.6	2.33
	7	1234.2	518.1	2.38
	8	1218.3	499.6	2.44
	9	1202.3	481.0	2.50
	10	1186.4	493.4	2.40
	11	1170.5	474.8	2.47
	12	1154.6	456.3	2.53
	13	1138.7	512.0	2.22
	14	1154.6	419.2	2.75
	15	1170.5	400.7	2.92
	16	1186.4	541.0	2.19
	17	1202.3	511.0	2.35
	18	1218.3	547.0	2.23
	19	1234.2	356.4	3.46
	20	1250.1	337.8	3.70
	21	1266.0	427.5	2.96
	22	1281.9	408.9	3.14
	23	1262.8	390.4	3.23
	24	1278.8	412.0	3.10
	25	1294.7	353.3	3.66
	26	1310.6	501.6	2.61
	27	1326.5	483.1	2.75
	28	1342.4	464.5	2.89
	29	1358.3	521.0	2.61
	30	1374.3	430.5	3.19

Mes	Día	Energía Activa KW-H	Producción (Quintales)	Índice de consumo energético (KW-H/qq)
Dic-20	1	1187.0	511.0	2.32
	2	1365.5	522.8	2.61
	3	1277.4	521.0	2.45
	4	1277.4	522.8	2.44
	5	1523.0	522.8	2.91
	6	1247.0	536.6	2.32
	7	1258.9	518.1	2.43
	8	1242.6	499.6	2.49
	9	1226.4	481.0	2.55
	10	1210.2	493.4	2.45
	11	1193.9	474.8	2.51
	12	1177.7	456.3	2.58
	13	1161.4	512.0	2.27
	14	1177.7	419.2	2.81
	15	1193.9	400.7	2.98
	16	1210.2	541.0	2.24
	17	1226.4	511.0	2.40
	18	1242.6	547.0	2.27
	19	1258.9	356.4	3.53
	20	1275.1	337.8	3.77
	21	1291.3	427.5	3.02
	22	1307.6	408.9	3.20
	23	1301.0	390.4	3.33
	24	1304.3	412.0	3.17
	25	1320.6	353.3	3.74
	26	1336.8	501.6	2.67
	27	1287.0	483.1	2.66
	28	1369.3	464.5	2.95
	29	1385.5	521.0	2.66
	30	1401.7	430.5	3.26
	31	1114.0	438.0	2.54

Mes	Día	Energ+ia Activa KW-H	Producción (Quintales)	Indice de consumo energético (KW-H/qq)
Ene-21	1	1161.4	516.1	2.25
	2	1201.4	528.0	2.28
	3	1123.9	526.2	2.14
	4	1123.9	528.0	2.13
	5	1161.4	528.0	2.20
	6	1121.9	542.0	2.07
	7	1129.5	523.3	2.16
	8	1137.1	504.5	2.25
	9	1144.8	485.8	2.36
	10	1130.5	498.3	2.27
	11	1138.1	479.6	2.37
	12	1145.7	460.9	2.49
	13	1146.7	517.1	2.22
	14	1154.3	423.4	2.73
	15	1161.9	404.7	2.87
	16	1169.5	546.4	2.14
	17	1177.1	516.1	2.28
	18	1184.8	552.5	2.14
	19	1192.4	359.9	3.31
	20	1203.8	341.2	3.53
	21	1211.4	431.7	2.81
	22	1219.0	413.0	2.95
	23	1226.7	394.3	3.11
	24	1234.3	416.1	2.97
	25	1241.9	356.8	3.48
	26	1223.8	506.6	2.42
	27	1205.7	487.9	2.47
	28	1213.3	469.2	2.59
	29	1186.7	526.2	2.26
	30	1103.8	434.8	2.54
	31	1111.4	519.1	2.14
Promedio				2.51

Mes	Día	Energ+ia Activa KW-H	Producción (Quintales)	Indice de consumo energético (KW-H/qq)
Feb-21	1	1149.7	537.6	2.14
	2	1189.4	550.0	2.16
	3	1112.7	548.1	2.03
	4	1112.7	550.0	2.02
	5	1149.7	550.0	2.09
	6	1110.7	564.6	1.97
	7	1118.2	545.1	2.05
	8	1125.8	525.6	2.14
	9	1133.3	506.1	2.24
	10	1119.2	519.1	2.16
	11	1126.7	499.6	2.26
	12	1134.3	480.1	2.36
	13	1135.2	538.7	2.11
	14	1142.7	441.0	2.59
	15	1150.3	421.5	2.73
	16	1157.8	569.2	2.03
	17	1165.4	537.6	2.17
	18	1172.9	575.5	2.04
	19	1180.5	374.9	3.15
	20	1191.8	355.4	3.35
	21	1199.3	449.7	2.67
	22	1206.9	430.2	2.81
	23	1214.4	410.7	2.96
	24	1221.9	433.5	2.82
	25	1229.5	371.7	3.31
	26	1211.6	527.7	2.30
	27	1193.7	508.2	2.35
	28	1201.2	488.7	2.46
	29			
	30			
	31			
Promedio				2.41

Mes	Día	Energ+ia Activa KW-H	Producción (Quintales)	Indice de consumo energético (KW-H/qq)
Mar-21	1	1254.3	526.4	2.38
	2	1297.5	538.6	2.41
	3	1213.8	536.7	2.26
	4	1213.8	538.6	2.25
	5	1254.3	538.6	2.33
	6	1211.7	552.8	2.19
	7	1219.9	533.7	2.29
	8	1228.1	514.6	2.39
	9	1236.3	495.5	2.49
	10	1220.9	508.3	2.40
	11	1229.1	489.2	2.51
	12	1237.4	470.1	2.63
	13	1238.4	527.5	2.35
	14	1246.6	431.9	2.89
	15	1254.9	412.8	3.04
	16	1263.1	557.3	2.27
	17	1271.3	526.4	2.41
	18	1279.5	563.5	2.27
	19	1287.8	367.1	3.51
	20	1300.1	348.0	3.74
	21	1308.3	440.4	2.97
	22	1316.6	421.3	3.13
	23	1324.8	402.2	3.29
	24	1333.0	424.4	3.14
	25	1341.3	364.0	3.69
	26	1321.7	516.8	2.56
	27	1302.2	497.7	2.62
	28	1310.4	478.6	2.74
	29	1281.6	536.7	2.39
	30	1192.1	443.5	2.69
	31	1200.3	529.5	2.27
Promedio				2.66

Mes	Día	Energ+ia Activa KW-H	Producción (Quintales)	Indice de consumo energético (KW-H/qq)
Abr-21	1	1317.0	531.7	2.48
	2	1362.4	544.0	2.50
	3	1274.5	542.2	2.35
	4	1274.5	544.0	2.34
	5	1317.0	544.0	2.42
	6	1272.2	558.4	2.28
	7	1280.9	539.1	2.38
	8	1289.5	519.8	2.48
	9	1298.2	500.5	2.59
	10	1282.0	513.4	2.50
	11	1290.6	494.1	2.61
	12	1299.2	474.8	2.74
	13	1300.3	532.8	2.44
	14	1309.0	436.2	3.00
	15	1317.6	416.9	3.16
	16	1326.2	563.0	2.36
	17	1334.9	531.7	2.51
	18	1343.5	569.2	2.36
	19	1352.2	370.9	3.65
	20	1365.1	351.6	3.88
	21	1373.8	444.8	3.09
	22	1382.4	425.5	3.25
	23	1391.0	406.2	3.42
	24	1399.7	428.7	3.26
	25	1408.3	367.6	3.83
	26	1387.8	522.0	2.66
	27	1367.3	502.7	2.72
	28	1375.9	483.4	2.85
	29	1345.7	542.2	2.48
	30	1251.7	448.0	2.79
	Promedio			2.78

Mes	Día	Energ+ia Activa KW-H	Producción (Quintales)	Indice de consumo energético (KW-H/qq)
May-21	1	1254.0	499.0	2.51
	2	1262.0	502.0	2.51
	3	1270.0	505.0	2.51
	4	1278.0	508.0	2.52
	5	1286.0	511.0	2.52
	6	1294.0	514.0	2.52
	7	1302.0	517.0	2.52
	8	1310.0	520.0	2.52
	9	1318.0	523.0	2.52
	10	1326.0	526.0	2.52
	11	1334.0	529.0	2.52
	12	1342.0	537.0	2.50
	13	1350.0	540.0	2.50
	14	1358.0	543.0	2.50
	15	1366.0	546.0	2.50
	16	1354.0	549.0	2.47
	17	1362.0	552.0	2.47
	18	1370.0	555.0	2.47
	19	1378.0	558.0	2.47
	20	1386.0	561.0	2.47
	21	1394.0	542.0	2.57
	22	1402.0	545.0	2.57
	23	1410.0	548.0	2.57
	24	1418.0	551.0	2.57
	25	1426.0	554.0	2.57
	26	1434.0	557.0	2.57
	27	1442.0	569.0	2.53
	28	1450.0	572.0	2.53
	29	1458.0	575.0	2.54
	30	1466.0	578.0	2.54
	31	1474.0	581.0	2.54
Promedio				2.52

Mes	Día	Energ+ia Activa KW-H	Producción (Quintales)	Indice de consumo energético (KW-H/qq)
Junio-21	1	1254.0	499.0	2.51
	2	1256.5	499.5	2.52
	3	1259.0	500.0	2.52
	4	1261.5	500.5	2.52
	5	1264.1	501.0	2.52
	6	1266.6	501.5	2.53
	7	1269.1	502.0	2.53
	8	1271.7	502.5	2.53
	9	1274.2	503.0	2.53
	10	1276.8	503.5	2.54
	11	1279.3	504.0	2.54
	12	1281.9	504.5	2.54
	13	1284.4	505.0	2.54
	14	1287.0	505.5	2.55
	15	1289.6	521.2	2.47
	16	1292.2	537.3	2.40
	17	1294.7	553.9	2.34
	18	1297.3	554.0	2.34
	19	1299.9	554.0	2.35
	20	1302.5	554.1	2.35
	21	1305.1	554.1	2.36
	22	1307.7	554.2	2.36
	23	1310.4	554.2	2.36
	24	1313.0	565.5	2.32
	25	1315.6	577.1	2.28
	26	1318.2	588.9	2.24
	27	1320.9	547.0	2.41
	28	1323.5	547.0	2.42
	29	1326.2	558.2	2.38
	30	1328.8	521.0	2.55
	31	1331.5	531.6	2.50
Promedio				2.45

Mes	Día	Energ+ia Activa KW-H	Producción (Quintales)	Indice de consumo energético (KW-H/qq)
Jul-21	1	1184.6	518.1	2.29
	2	1225.4	530.0	2.31
	3	1146.4	528.2	2.17
	4	1146.4	530.0	2.16
	5	1184.6	530.0	2.23
	6	1144.3	544.0	2.10
	7	1152.1	525.3	2.19
	8	1159.9	506.5	2.29
	9	1167.7	487.8	2.39
	10	1153.1	500.3	2.30
	11	1160.9	481.6	2.41
	12	1168.6	462.9	2.52
	13	1169.6	519.1	2.25
	14	1177.4	425.4	2.77
	15	1185.1	406.7	2.91
	16	1192.9	548.4	2.18
	17	1200.7	518.1	2.32
	18	1208.5	554.5	2.18
	19	1216.2	361.9	3.36
	20	1227.9	343.2	3.58
	21	1235.7	433.7	2.85
	22	1243.4	415.0	3.00
	23	1251.2	396.3	3.16
	24	1259.0	418.1	3.01
	25	1266.7	358.8	3.53
	26	1248.3	508.6	2.45
	27	1229.8	489.9	2.51
	28	1237.6	471.2	2.63
	29	1210.4	528.2	2.29
	30	1125.9	436.8	2.58
	31	1133.7	521.1	2.18
Promedio				2.55

Mes	Día	Energ+ia Activa KW-H	Producción (Quintales)	Indice de consumo energético (KW-H/qq)
Agosto	1	1172.7	539.6	2.17
	2	1213.2	552.0	2.20
	3	1134.9	550.1	2.06
	4	1134.9	552.0	2.06
	5	1172.7	552.0	2.12
	6	1132.9	566.6	2.00
	7	1140.6	547.1	2.08
	8	1148.3	527.6	2.18
	9	1156.0	508.1	2.28
	10	1141.6	521.1	2.19
	11	1149.2	501.6	2.29
	12	1156.9	482.1	2.40
	13	1157.9	540.7	2.14
	14	1165.6	443.0	2.63
	15	1173.3	423.5	2.77
	16	1181.0	571.2	2.07
	17	1188.7	539.6	2.20
	18	1196.4	577.5	2.07
	19	1204.1	376.9	3.19
	20	1215.6	357.4	3.40
	21	1223.3	451.7	2.71
	22	1231.0	432.2	2.85
	23	1238.7	412.7	3.00
	24	1246.4	435.5	2.86
	25	1254.1	373.7	3.36
	26	1235.8	529.7	2.33
	27	1217.5	510.2	2.39
	28	1225.2	490.7	2.50
	29	0.0	2.0	
	30	0.0	2.0	
	31	0.0	2.0	
Promedio				2.45

Mes	Día	Energ+ia Activa KW-H	Producción (Quintales)	Indice de consumo energético (KW-H/qq)
Set-21	1	1279.3	528.4	2.42
	2	1323.5	540.6	2.45
	3	1238.1	538.7	2.30
	4	1238.1	540.6	2.29
	5	1279.3	540.6	2.37
	6	1235.9	554.8	2.23
	7	1244.3	535.7	2.32
	8	1252.7	516.6	2.42
	9	1261.1	497.5	2.53
	10	1245.3	510.3	2.44
	11	1253.7	491.2	2.55
	12	1262.1	472.1	2.67
	13	1263.2	529.5	2.39
	14	1271.6	433.9	2.93
	15	1280.0	414.8	3.09
	16	1288.3	559.3	2.30
	17	1296.7	528.4	2.45
	18	1305.1	565.5	2.31
	19	1313.5	369.1	3.56
	20	1326.1	350.0	3.79
	21	1334.5	442.4	3.02
	22	1342.9	423.3	3.17
	23	1351.3	404.2	3.34
	24	1359.7	426.4	3.19
	25	1368.1	366.0	3.74
	26	1348.1	518.8	2.60
	27	1328.2	499.7	2.66
	28	1336.6	480.6	2.78
	29	1307.2	538.7	2.43
	30	1216.0	445.5	2.73
	31	1224.3	531.5	2.30
Promedio				2.70

Mes	Día	Energ+ia Activa KW-H	Producción (Quintales)	Indice de consumo energético (KW-H/qq)
Oct-21	1	1343.3	533.7	2.52
	2	1389.6	546.0	2.54
	3	1300.0	544.2	2.39
	4	1300.0	546.0	2.38
	5	1343.3	546.0	2.46
	6	1297.7	560.4	2.32
	7	1306.5	541.1	2.41
	8	1315.3	521.8	2.52
	9	1324.1	502.5	2.63
	10	1307.6	515.4	2.54
	11	1316.4	496.1	2.65
	12	1325.2	476.8	2.78
	13	1326.3	534.8	2.48
	14	1335.1	438.2	3.05
	15	1344.0	418.9	3.21
	16	1352.8	565.0	2.39
	17	1361.6	533.7	2.55
	18	1370.4	571.2	2.40
	19	1379.2	372.9	3.70
	20	1392.4	353.6	3.94
	21	1401.2	446.8	3.14
	22	1410.0	427.5	3.30
	23	1418.9	408.2	3.48
	24	1427.7	430.7	3.31
	25	1436.5	369.6	3.89
	26	1415.6	524.0	2.70
	27	1394.6	504.7	2.76
	28	1403.4	485.4	2.89
	29	1372.6	544.2	2.52
	30	1276.8	450.0	2.84
			0.0	2.0
	Promedio			2.82

Mes	Día	Energ+ia Activa KW-H	Producción (Quintales)	Indice de consumo energético (KW-H/qq)
Nov-21	1	1279.1	501.0	2.55
	2	1287.2	504.0	2.55
	3	1295.4	507.0	2.56
	4	1303.6	510.0	2.56
	5	1311.7	513.0	2.56
	6	1319.9	516.0	2.56
	7	1328.0	519.0	2.56
	8	1336.2	522.0	2.56
	9	1344.4	525.0	2.56
	10	1352.5	528.0	2.56
	11	1360.7	531.0	2.56
	12	1368.8	539.0	2.54
	13	1377.0	542.0	2.54
	14	1385.2	545.0	2.54
	15	1393.3	548.0	2.54
	16	1381.1	551.0	2.51
	17	1389.2	554.0	2.51
	18	1397.4	557.0	2.51
	19	1405.6	560.0	2.51
	20	1413.7	563.0	2.51
	21	1421.9	544.0	2.61
	22	1430.0	547.0	2.61
	23	1438.2	550.0	2.61
	24	1446.4	553.0	2.62
	25	1454.5	556.0	2.62
	26	1462.7	559.0	2.62
	27	1470.8	571.0	2.58
	28	1479.0	574.0	2.58
	29	1487.2	577.0	2.58
	30	1495.3	580.0	2.58
	31	1503.5	583.0	2.58
Promedio				2.56

Mes	Día	Energ+ia Activa KW-H	Producción (Quintales)	Indice de consumo energético (KW-H/qq)
Dic-21	1	1279.1	508.0	2.52
	2	1281.6	508.5	2.52
	3	1284.2	509.0	2.52
	4	1286.8	509.5	2.53
	5	1289.3	510.0	2.53
	6	1291.9	510.5	2.53
	7	1294.5	511.0	2.53
	8	1297.1	511.5	2.54
	9	1299.7	512.0	2.54
	10	1302.3	512.5	2.54
	11	1304.9	513.0	2.54
	12	1307.5	513.5	2.55
	13	1310.1	514.0	2.55
	14	1312.7	514.5	2.55
	15	1315.4	530.2	2.48
	16	1318.0	546.3	2.41
	17	1320.6	562.9	2.35
	18	1323.3	563.0	2.35
	19	1325.9	563.0	2.36
	20	1328.6	563.1	2.36
	21	1331.2	563.1	2.36
	22	1333.9	563.2	2.37
	23	1336.6	563.2	2.37
	24	1339.2	574.5	2.33
	25	1341.9	586.1	2.29
	26	1344.6	597.9	2.25
	27	1347.3	556.0	2.42
	28	1350.0	556.0	2.43
	29	1352.7	567.2	2.38
	30	1355.4	530.0	2.56
	31	1358.1	540.6	2.51
Promedio				2.45

Mes	Promedio de índice de consume energético (KW-H/qq)
Jul-20	2.665
Ago-20	2.487
Set-20	2.613
Oct-20	2.672
Nov-20	2.724
Dic-20	2.760
Ene-21	2.513
Feb-21	2.409
Mar-21	2.661
Abr-21	2.779
May-21	2.521
Jun-21	2.447
Jul-21	2.552
Ago-21	2.447
Set-21	2.702
Oct-21	2.823
Nov-21	2.562
Dic-21	2.760

Fuente. Elaboración propia

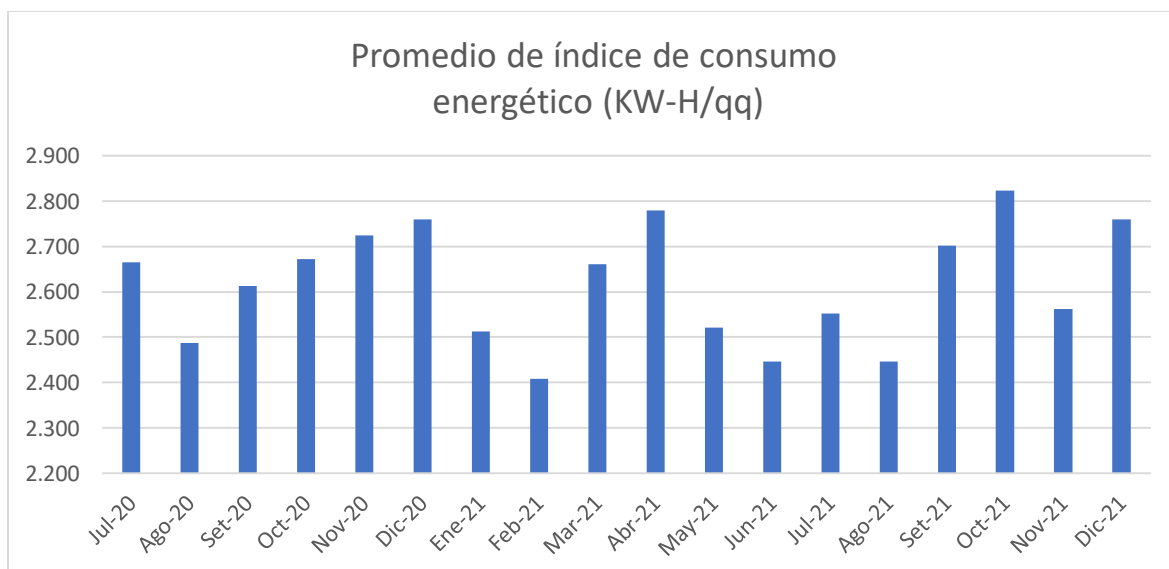


Figura 5. Índice de consumo energético

Fuente: Elaboración propia

El Índice de Consumo de energía promedio es de 2,1461 kW-h/saco.

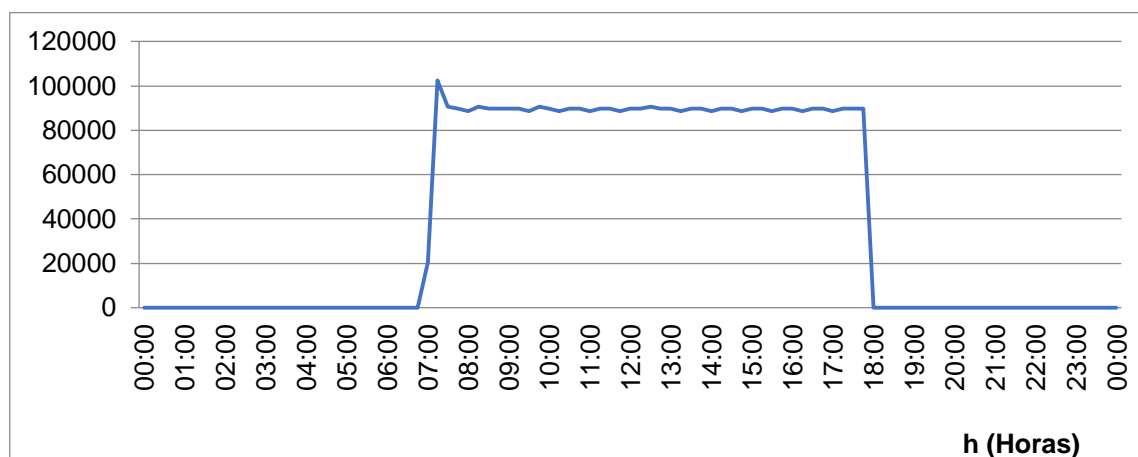


Figura 6. Diagrama de carga típico de proceso de pilado de arroz

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Se midió y registro datos en las maquinas pulidoras

Tabla 4. Pulidora de cono I (25 HP)

% Plena Carga	N° Medición	Voltaje(V)	Corriente(I)	Potencia calculada	Potencia Medida
				(KW)	(KW)
40%	1	375	11	6.07	6.98
	2	374	12	6.60	7.59
	3	374	12	6.60	7.59
	4	378	11	6.11	7.03
	5	376	10	5.53	6.36
	6	374	11	6.05	6.96
	7	375	11	6.07	6.98
	8	375	12	6.62	7.61
	9	375	13	7.17	8.24
	10	372	11	6.02	6.92
60%	1	371	19	10.37	11.92
	2	372	19	10.39	11.95
	3	378	18	10.01	11.51
	4	374	18	9.90	11.38
	5	374	17	9.35	10.75
	6	372	18	9.85	11.32
	7	373	19	10.42	11.98
	8	378	20	11.12	12.78
	9	374	18	9.90	11.38
	10	373	18	9.87	11.35
80%	1	375	19	10.47	12.04
	2	376	19	10.50	12.07
	3	382	18	10.11	11.62

	4	378	18	10.00	11.50
	5	378	17	9.44	10.86
	6	376	18	9.94	11.44
	7	377	19	10.53	12.10
	8	382	20	11.23	12.91
	9	378	18	10.00	11.50
	10	377	18	9.97	11.47

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Pulidora de cono II (20 HP)

% Plena Carga	N° Medición	Voltaje(V)	Corriente(I)	Potencia calculada	Potencia Medida
				(KW)	(KW)
40%	1	378	9.3	5.17	5.74
	2	373	9.5	5.21	5.78
	3	375	9.2	5.07	5.63
	4	378	9.1	5.06	5.61
	5	377	9.8	5.43	6.03
	6	374	9.3	5.11	5.68
	7	371	9.2	5.02	5.57
	8	374	9.1	5.00	5.56
	9	371	9.2	5.02	5.57
	10	375	9.4	5.18	5.75
60%	1	379	14.2	7.91	8.78
	2	374	14.1	7.75	8.60
	3	376	14.3	7.90	8.77
	4	379	14.2	7.91	8.78
	5	378	14.1	7.83	8.69
	6	375	14.2	7.83	8.69
	7	372	14.2	7.76	8.62
	8	375	14.1	7.77	8.62
	9	372	14.4	7.87	8.74
	10	376	14.2	7.85	8.71
80%	1	380	15.1	8.43	9.35
	2	374	15	8.26	9.17
	3	377	14.8	8.19	9.10
	4	380	15.1	8.43	9.35
	5	379	14.9	8.29	9.21
	6	375	14.8	8.17	9.07
	7	372	14.9	8.16	9.06
	8	375	15	8.28	9.19
	9	372	15.1	8.27	9.18
	10	377	14.9	8.25	9.16

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Pulidora de fricción (20HP)

% Plena Carga	N° Medición	Voltaje(V)	Corriente(I)	Potencia calculada	Potencia Medida
				(KW)	(KW)
40%	1	378	9.2	5.11	5.68
	2	373	9.1	4.99	5.54
	3	375	9.3	5.13	5.69
	4	378	8.9	4.95	5.49
	5	377	9.1	5.04	5.60
	6	374	8.7	4.78	5.31
	7	371	9.1	4.96	5.51
	8	374	9.1	5.00	5.56
	9	371	8.7	4.75	5.27
	10	375	8.6	4.74	5.26
60%	1	379	14.2	7.89	8.75
	2	374	14.2	7.80	8.66
	3	376	14.3	7.88	8.74
	4	379	14.2	7.89	8.75
	5	378	14.1	7.81	8.67
	6	375	14.2	7.83	8.69
	7	372	14.2	7.74	8.59
	8	375	14.1	7.75	8.60
	9	372	14.4	7.85	8.71
	10	376	14.2	7.82	8.68
80%	1	380	14.9	8.32	9.23
	2	374	15.0	8.24	9.14
	3	377	14.8	8.17	9.07
	4	380	15.1	8.40	9.33
	5	379	14.9	8.27	9.18
	6	375	14.8	8.15	9.04
	7	372	14.7	8.05	8.94
	8	375	14.7	8.12	9.01
	9	372	14.7	8.05	8.94
	10	377	14.6	8.08	8.97

Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Se cálculo el dimensionamiento de los motores de las pulidoras

Tabla 7. Motor de la Pulidora De Cono I (25 HP)

N° Medición	Voltaje(V)	Corriente(I)	Potencia calculada (KW)	Potencia Carga Máxima (KW)
1	375	11	5.859	8.4
2	374	12	6.374	9.1
3	374	12	6.374	9.1
4	378	11	5.906	8.4
5	376	10	5.340	7.6
6	374	11	5.843	8.3
7	375	11	5.859	8.4
8	375	12	6.391	9.1
9	375	13	6.924	9.9
10	372	11	5.812	8.3

Fuente: Elaboración propia

En efecto, se pudo notar que el motor está sobredimensionado, siendo una mejor opción usar un motor con Potencia de 15 HP.

Tabla 8. Motor de la Pulidora De Cono II (20 HP)

N° Medición	Voltaje(V)	Corriente(I)	Potencia calculada (KW)	Potencia Carga Máxima (KW)
1	373	13	6.635	9.5
2	375	9	4.618	6.6
3	374	12	6.141	8.8
4	378	13	6.724	9.6
5	375	13	6.671	9.5
6	375	13	6.671	9.5
7	375	10	5.131	7.3
8	374	13	6.653	9.5
9	375	12	6.157	8.8
10	373	13	6.635	9.5

Fuente: Elaboración propia

Lo mismo sucede con el motor del pulido de cono, el cual se encuentra sobredimensionado, siendo la mejor opción usar un motor de Potencia de 15 HP.

Tabla 9. Motor de la Pulidora de Fricción (20 HP)

N° Medición	Voltaje(V)	Corriente(I)	Potencia calculada (KW)	Potencia Carga Máxima (KW)
1	375	12	6.157	8.8
2	376	16	8.232	11.8
3	374	14	7.165	10.2
4	373	16	8.166	11.7
5	375	14	7.184	10.3
6	377	15	7.738	11.1
7	376	14	7.203	10.3
8	374	15	7.676	11.0
9	378	12	6.207	8.9
10	375	12	6.157	8.8

Fuente: Elaboración propia

De igual manera sucedió con el motor de pulido de fricción, el cual se encontró sobredimensionado, siendo una mejor opción usar uno de Potencia de 15 HP.

4.4 Se calculó el factor de potencia y selección del banco de condensadores

El análisis del factor de potencia en los meses de enero, febrero, marzo y abril del 2021, tal como se representa en la siguiente tabla:

Tabla 10. Cálculo del factor de potencia y selección del banco de condensadores

	Energía activa HPP Kw - H	Energía Activa HFP kW - H	Energía Activa Total kW - H	Energía reactiva kVAR - h	Potencia Activa HPP Kw	Potencia Activa HFP kW	Factor de potencia
Enero	561,878	10527,2699	11089,09	5514,544	5,4545	111,8182	0,89
Febrero	515,4544	7771,3616	8286,816	3923,1808	5,4545	109,0909	0,9
Marzo	575,4544	7678,6343	8254,089	3887,7262	5,4545	107,7272	0,9

Fuente: Elaboración propia

Tal, como se apreció el factor de potencia típico en la Piladora “El Lirio S.A.C.”, es de 0,90. En función de ello, se calculó el banco de condensadores a instalar:

Tabla 11. Banco de condensadores a instalar

Factor de Potencia Inicial	0,9
Factor de Potencia Final	0,96
Potencia (kW)	111,82 Kw
Capacidad del banco de condensadores	19,7 kVAR

Por lo tanto, seleccionaremos un Banco de Condensadores de 19,7 KVAR

4.4.1 Componentes del Banco de Condensadores Automático.

Debemos tener en cuenta que los equipos de compensación automática deben ser capaces de ajustarse a las diferenciaciones potenciales reactivas de la instalación; con el propósito de lograr y conservar el $\text{Cos}\phi$ meta de la instalación. En tal sentido, este tipo de equipos se conforma de cuatro componentes esenciales:

a. Controlador de factor de potencia.

Tiene como fin medir el $\cos \phi$ de instalación, con el propósito de dar las disposiciones a los contactos para pretender una aproximación, es lo más cercano al $\cos \phi$ meta, conectar todos los diferentes escalones de energía. En tal sentido, el controlador de factor de potencia evaluará el factor de potencia inicial ($\cos \phi$ inicial) de la instalación para que posteriormente de órdenes a los conectores con la finalidad de pretender estar los más cerca posible al $\cos \phi$ meta (0,96) enlazando las diversas etapas de potencia reactiva, impidiendo de tal manera una sobrecompensación.

Para tal efecto, al diseñar este componente, se requerirá de una potencia reactiva general de 125 kVar, todo ello se logrará a través de 3 acumuladores de 25, 50, 50 KVar respectivamente. No obstante, se elegirá el controlar de factor de potencia del menor número de pasos, según los catálogos de la marca SCHNEIDER ELECTRIC

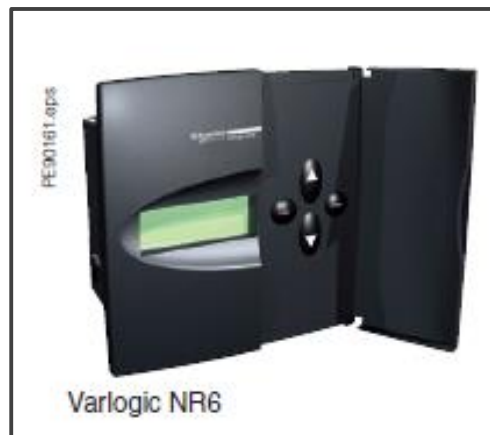


Figura 7. Controlador automático para Corrección del F. Potencia Modelo VARLOGIC NR6.

b. Condensadores Trifásicos

El banco de acumuladores, se requerirá de un acumulador de 25 kVar a 380V. La energía nominal, según la etapa de cada acumulador trifásico está dada por la ecuación siguiente:

In Condensador de 25 kVar

$$I_n = \frac{KVar}{0.38 * \sqrt{3}}$$

$$I_n = \frac{25}{0.38 * \sqrt{3}} = 38 A$$

Ficha de producto Características	VLVAW2N03509AA VarSet batería de condensadores auto 125kvar con Int Auto xxB 400V 50Hz														
	Principal <table border="1"><tr><td>Estatus comercial</td><td>Comercializado</td></tr><tr><td>Tensión de red</td><td>400...415 V - AC en 50 Hz</td></tr><tr><td>Clasificación de potencia reactiva</td><td>125 kvar</td></tr><tr><td>Modo de funcionamiento</td><td>Automático</td></tr><tr><td>Gama de producto</td><td>Varset</td></tr><tr><td>Modelo de dispositivo</td><td>VarSet automática</td></tr><tr><td>Tipo de producto o componente</td><td>Batería de condensadores</td></tr></table>	Estatus comercial	Comercializado	Tensión de red	400...415 V - AC en 50 Hz	Clasificación de potencia reactiva	125 kvar	Modo de funcionamiento	Automático	Gama de producto	Varset	Modelo de dispositivo	VarSet automática	Tipo de producto o componente	Batería de condensadores
Estatus comercial	Comercializado														
Tensión de red	400...415 V - AC en 50 Hz														
Clasificación de potencia reactiva	125 kvar														
Modo de funcionamiento	Automático														
Gama de producto	Varset														
Modelo de dispositivo	VarSet automática														
Tipo de producto o componente	Batería de condensadores														

Figura 8. Condensador trifásico

c. Contactor especial para condensadores

En relación a ello, se cerrarán los empalmes de potencia, en donde las resistencias dejaran de funcionar durante el trabajo normal del acumulador, rescatando trabajo de estos contactores que es sumamente recomendado, debido a que limitan la energía de forma notable. En así, que teniendo en cuenta todos estos detalles, se escogerán 3 contactores especiales, para el mando de acumuladores que soporten sobrecorrientes de $2I_n$, teniendo así:

$$2I_n = 2 * 38 = 76 A$$



Figura 9. Contactor trifásico Modelo LC1 DWKQ7

d. Dispositivos de protección.

Interruptor Principal.

El calibre protector debe ser 1.43 veces la energía nominal del banco. Protección magnética, el cual brindará protección ante cualquier cortocircuito con energía 10 más veces la energía nominal I_n del acumulador, y para ello se usa la Curva D.

$$I_n = \frac{KVar}{0.38 * \sqrt{3}}$$

$$I_n = \frac{25}{0.38 * \sqrt{3}} = 37,9 A$$

Entonces:

$$I_{n-Interruptor} = 1.43 * I_{n-Banco}$$

$$I_{n-Interruptor} = 1.43 * 37,9 = 54,3 A$$

En tal sentido, está es manera de elegir un interruptor termo magnético de 60 A o cualquier otro que tenga valores inmediatos superiores.



Figura 10. Interruptor Automático Compacto Modelo Compact NSX400N 320A

Protección con fusibles individuales para cada condensador.

Según Schneider Electric cuando se usa contactores específicos para el mando de acumuladores, protegiéndolos con fusibles, se debe tener en cuenta lo siguiente:

Condensador de 25 kVar

$$I_n \text{ Interruptor} = 1.7 * I_n \text{ Condensador}$$

$$I_n \text{ Interruptor} = 1.7 * 38 \approx 65 A$$

En efecto, se tendrá como opción seleccionar fusibles de 65 A o cualquier otro que tenga valores superiores al mismo y sobre todo que se encuentre en venta, logrando así escoger fusibles del tipo DF-376160 FUSIBLE NH0 gG 80A.

Dimensionado de los conductores.

Los cables que alimentan a los acumuladores, deberán ser dimensionados teniendo en consideración que su energía nominal puede tener incrementos hasta el 30%.

En efecto, para dimensionar los conductores se usará la energía nominal de cada acumulador y además la energía general del banco de acumuladores.

Condensador de 25 kVar

$$I_{\text{Conductor}} = 1.3 * I_n \text{ Condensador}$$

$$I_{\text{Conductor}} = 1.3 * 38 \approx 49.4 A$$

4 AWG

4.5 Se elaboro la propuesta del mejoramiento del consumo energético a través de una auditoría energética en la Piladora de Arroz “El Lirio S.A.C.”

4.5.1 Propuestas a Corto Plazo

a. Propuesta 01: Charlas de seguridad, energía y tecnología

Conferencia de charlas informativas:

- Hacer un buen uso de los equipos en los procesos productivos.
- Seguridad Industrial.
- Nuevas tendencias de tecnologías e instalaciones que se usarán en los procesos de pilado de arroz.

b. Propuesta #CP 02: “Nuevo contrato con la concesionaria.”

Realizar gestiones nuevas con la concesionaria (Electronorte) con el fin de mejor y maximizar las potencias en horas punta y fuera de las mismas.

c. Propuesta #CP 03

Generar un correcto orden de encendido de motores en el tablero de control.

d. Propuesta #CP 04: “Iluminación para el área de producción”

Debe existir un buen plano e implementación del alumbrado en el área productiva y almacén de la Piladora “El Lirio”

e. Propuesta #CP 05: “Señalización de seguridad industrial”

Señalar correctamente la seguridad industrial.

f. Propuesta #CP 06: “Diagrama de proceso productivo”

Elaboración de un esquema para el proceso productivo de la organización.

g. Propuesta #CP 07: “Organigrama”

Elaboración del organigrama organizacional.

h. Propuesta #CP 08: “Misión y visión”

Elaboración de la misión y visión de la organización teniendo en cuenta el uso eficaz de corriente.

i. Propuesta #CP 9: “EPP”

Brindar y utilizar de forma **correcta** los (EPP). Todos los empleados deben involucrarse ya que laboran de forma directa con las máquinas y componentes productivos.

j. Propuesta #CP 10: “Limpieza al área de producción”

Contar con un programa de orden y limpieza, siendo efectuado a diario por cada área según su correspondencia con la finalidad de evitar accidentes.

4.5.2 Propuestas a Mediano Plazo

Son todas aquellas propuestas que se deben realizar en el menor tiempo posible, como Mínimo 01 año y Máximo 05 años. Estas son:

a. Propuesta #MP 01: “Rediseño del tablero de control”

Modernizar el tablero del área productiva.

b. Propuesta #MP 02: “Instrumentos de medición”

Implementar equipos de medición para los diferentes parámetros eléctricos en el tablero de distribución.

- c. Propuesta #MP 03: “Diseño de un plan de mantenimiento para el área de producción de la empresa Piladora “El Lirio”

4.5.3 Propuestas a Largo Plazo

Las Propuestas a Largo Plazo son aquellas que se pueden realizar tomando como plazo Mínimo 05 años y Máximo 10 años. Estas Propuestas son las siguientes:

- a. Propuesta #LP 01: “Adquisición de nueva pulidora”

Cambio de la pulidora N° 02, por una moderna y de alta eficiencia

- b. Propuesta #LP 02: “Adquisición de un horno de secado de arroz”

Adquisición de un horno industrial para el secado de arroz

- c. Propuesta #LP 03: “Departamento de mantenimiento”

Tabla 12. Evaluación del presupuesto por alternativa

PROPUESTA	INVERSIÓN (S/.)	Tiempo de recuperación (Años)
Propuestas a corto plazo		
Propuesta N° 01	S/ 750,00	----
Propuesta N° 02	S/ 700,00	3,88
Propuesta N° 03	S/ 3.000,00	0,2
Propuesta N° 04	S/ 3.174,00	4
Sub – Total	S/ 7.624,00	
Propuestas a mediano plazo		
Propuesta N° 05	S/ 20.900,90	6,93
Propuesta N° 06	S/ 20.900,90	7,67
Propuesta N° 07	S/ 20.900,90	9,02
Sub – Total	S/ 62.702,70	
propuestas a largo plazo		
Propuesta N° 08	S/ 20.900,90	9,02
Propuesta N° 09	S/ 3.830,00	3
Sub – Total	S/ 24.730,90	
Total de inversión	S/ 95.057,60	

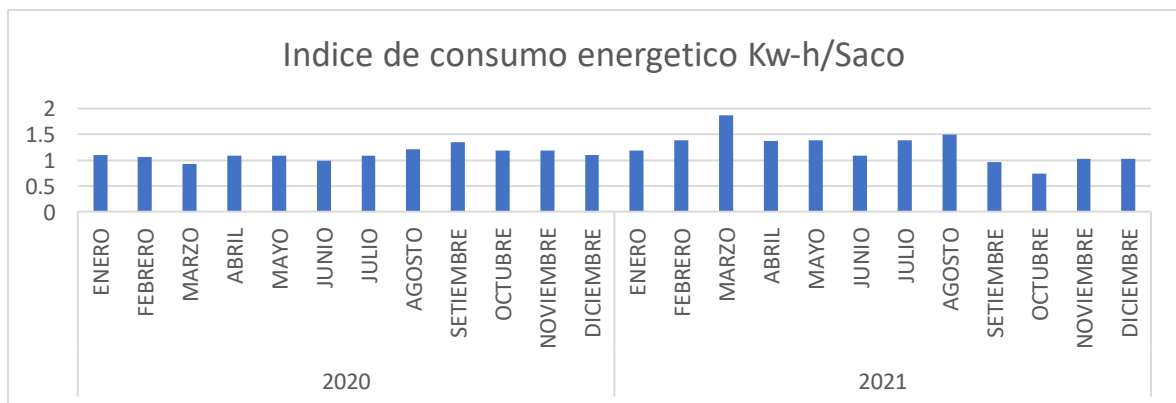
Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Índice de consumo energético

Año	Mes	Energía Activa	Producción	Índice de consumo energético
		Total	Sacos/mes	kW-h/saco
		kW-H		
2020	ENERO	9120.5	8320.0	1,1
	FEBRERO	6815,65	6400.0	1,06
	MARZO	6810.8	7360.0	0,93
	ABRIL	8745.0	7950.0	1.09
	MAYO	8845.0	8040.9	1.09
	JUNIO	8945.0	8131.8	1.00
	JULIO	9874.2	8976.5	1.09
	AGOSTO	9974.2	9067.5	1.21
	SETIEMBRE	9874.0	8228.3	1.35
	OCTUBRE	8748.2	7290.2	1.19
	NOVIEMBRE	8848.2	7373.5	1.19
	DICIEMBRE	8948.2	7456.8	1.10
2021	ENERO	9745.2	8121.0	1.19
	FEBRERO	9845.2	8204.3	1.39
	MARZO	9945.2	7103.7	1.87
	ABRIL	7457.0	5326.4	1.38
	MAYO	7557.0	5397.9	1.38
	JUNIO	7657.0	5469.3	1.09
	JULIO	9875.2	7053.7	1.39
	AGOSTO	9975.2	7125.1	1.49
	SETIEMBRE	6547.0	6680.6	0.97
	OCTUBRE	6647.0	6782.7	0.74
	NOVIEMBRE	8745.2	8923.7	1.03
	DICIEMBRE	8745.0	8474.0	1.03
			Promedio	1.20

Fuente: Elaboración propia

El índice de consumo Energético final será de 1,20 kW-h/saco



4.6 Se evaluó el costo/beneficio de la implementación de la propuesta.

El propósito de la investigación, fue la implementación de ciertas recomendaciones de eficacia eléctrica; teniendo en cuenta aspectos financieros, grado de inversiones de capital suelen ser tomadas, siendo conscientes según su economía.

Tabla 14. Parámetros para evaluación económica

Descripción	Datos financieros
Tasa de descuento	12%
Costo mantenimiento anual	S/. 2000,00
Inversión	S/. 37 000, 00
Vida útil del proyecto (años)	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Flujo económico

Descripción	Año0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Egresos	-S/17.000,00	-S/ 7.000,00	-S/ 7.000,00	-S/ 7.000,00	-S/ 7.000,00
Asesoría en ingeniería y capacitación		-S/ 5.000,00	-S/ 5.000,00	-S/ 5.000,00	-S/ 5.000,00
Equipos de compensación	-S/ 7.000,00				
Inversión tecnología	-S/10.000,00				
Costos de mantenimiento		-S/ 2.000,00	-S/ 2.000,00	-S/ 2.000,00	-S/ 2.000,00
Ingresos	S/ -	S/ 14.064,66	S/ 14.064,66	S/ 14.064,66	S/ 14.064,66
capacitar a los trabajadores de la empresa en eficiencia energética eléctrica		S/ 659,53	S/ 659,53	S/ 659,53	S/ 659,53
Optimización de la tarifa eléctrica actual		S/ 8.960,00	S/ 8.960,00	S/ 8.960,00	S/ 8.960,00
Implementar la secuencia de arranque de los motores		S/ 548,72	S/ 548,72	S/ 548,72	S/ 548,72
Mejorar el factor de potencia		S/ 2.113,10	S/ 2.113,10	S/ 2.113,10	S/ 2.113,10
Mantenimiento de las instalaciones eléctricas		S/ 1.783,31	S/ 1.783,31	S/ 1.783,31	S/ 1.783,31
Beneficios	-S/17.000,00	S/ 7.064,66	S/ 7.064,66	S/ 7.064,66	S/ 7.064,66
VAN					S/ 4 457,84
TIR					24%

Fuente: Elaboración propia

a. Valor Actual Neto

El Valor Actual Neto, para la tasa de descuento del proyecto es VAN= S/. 4 457,84 soles.

b. Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno, es de 24%.

c. Beneficio/costo del proyecto

Respecto al beneficio/costo es de 1,25.

Teniendo en cuenta que el objetivo general de la presente investigación fue evaluar la factibilidad técnica económica del mejoramiento del consumo energético a través de una auditoria energética en la Piladora de Arroz "EL LIRIO S.A.C." – La Victoria – Chiclayo, se llegó concretar el cumplimiento de los objetivos específicos, en donde se evaluó el consumo energético, se elaboró una propuesta de mejora del consumo energético mediante una auditoria energética y por último se realizaron las evaluaciones correspondientes al costo-beneficio después de implementar la propuesta planteada en la Piladora de Arroz "El Lirio S.A.C

V. DISCUSIÓN

En la evaluación del consumo energético en la piladora, se demostró que la capacidad instalada por proceso abarcando las 27 máquinas, donde se tiene una potencia hp de 193,12 con una potencia kW es de 145,511; seguido de ello, una potencia de entrada de 9,9; destacando una eficiencia del motor de 0,89 con la potencia de salida mecánica de 10,56 kW que es equivalente a 14,16 HP, resultados que infieren con el aporte de, Díaz (2018) en su tesis “Auditoría energética para disminuir el consumo de energía eléctrica en la Planta Procesadora El Lirio S.A.C. – Victoria – Chiclayo - Lambayeque” demostró que con la sustitución de los motores estándar por unos motores de eficiencia PREMIUN, de tal forma redujo el consumo de energía eléctrica en 19138 kWh/año. Sisquen (2019) en su tesis “Disminución del consumo energético aplicando un auditoria energética en la piladora de arroz San Pedro E.I.R.L.- Túcume” en los balances de energía correspondientes dan como origen el área que más consume energía eléctrica es el área de producción con 13809 kW.h. Sustentada, en las teorías que la optimización del sistema energético, en piladoras de arroz, concierne a las unidades consumidoras de energía que en varias instituciones del país, los energéticos empleado son la energía eléctrica, que es fundamental para los equipos consumidores de energía. (Ballbé, 2018, p. 37). No obstante, Liñan (2020) realizó un diagnóstico energético aplicado a los generadores de vapor indican que la eficiencia térmica promedio es 79% siendo un valor que se puede mejorar hasta 80% la planta cuenta con una capacidad instalada de 13996,67 kg/h abastecidas por 3 calderas piro tubulares del total producido, donde se identificó que las pérdidas anuales en vapor se representan de la siguiente forma: Vapor de purgas 76 837,44 Kg(2,61 %), vapor para tanques flash 44 650,41 Kg(1,52%) y en reposición 539 000,00 kg(18,30 %) respectivamente. Concluye que los ahorros proyectados ascienden a US\$ 201 336,78 con una inversión proyectada de US\$ 195 389,75. También, Seed y otros (2017) indicaron, que la eficiencia en el uso de energía térmica se estimó en 38,8% y 26,3% para IBBD e IHRD, respectivamente, en un rango de caída de humedad de 14,5% a 12% w.b. donde los atributos de calidad de molienda del producto final de arroz secado IHRD fueron significativamente superiores a los de IBBD, donde el tiempo de

secado de la IHRD puede reducirse alrededor del 26% sin ningún cambio significativo en la calidad final del arroz blanqueado, resultando en reducir el uso total de energía específica del IBBD alrededor de 10,43 MJ Kg el agua se evaporó.

En la elaboración de la propuesta de mejoramiento, se estableció charlas de seguridad, energía y tecnología, realización de un nuevo contrato con la concesionario, establecer una secuencia correcta de arranque de motor en el tablero, iluminación para el área de producción, señalización de seguridad industrial; a la vez como propuesta a corto plazo, rediseño del tablero de control, instrumento de medición, a largo plazo; concierne adquisición de nueva pulidora, adquisición de un horno de secado de arroz, así como establecer el departamento de mantenimiento, al termino estimo un indicador de costo/beneficio de la implementación, resultados que infieren con el aporte de Kruszelnick y otros (2020) en su artículo “El índice integrado de consumo de energía para la evaluación de la tecnología de molienda de biomasa energética” demostraron que el modelo original de consumo integrado de energía indicaron que las pruebas en una amoladora de cinco discos durante cinco programas para evaluar las velocidades angulares programables, indicando que la velocidad angulas de los discos, así como la consecuencia de la misma de las cuchillas de molienda, teniendo una influencia significativa en los valores del consumo de energía integrado del proceso preliminar. Liñan (2020) en su tesis “Auditoría energética del sistema térmico de la empresa PAPEL S.A – Lima” manifestó que el diagnostico energético aplicado a los generadores de vapor indican que la eficiencia térmica promedio es 79% siendo un valor que se puede mejorar hasta 80% la planta cuenta con una capacidad instalada de 13996,67 kg/h abastecidas por 3 calderas piro tubulares del total producido, donde se identificó que las pérdidas anuales en vapor se representan de la siguiente forma: Vapor de purgas 76 837,44 Kg(2,61 %), vapor para tanques flash 44 650,41 Kg(1,52%) y en reposición 539 000,00 kg(18,30 %) respectivamente. Díaz (2018) demostró que con la sustitución de los motores estándar por unos motores de eficiencia PREMIUN, de tal forma permitió reducir el consumo de energía eléctrica en 19138 kWh/año. Concluyendo, que para instalar un banco

de condensadores de capacidad 24,88 kVAR, corrigiendo el factor de potencia, donde su análisis económico de la propuesta en un horizonte de 15 años, evaluado con una tasa de 12%, obteniendo un VAN de S/.8944,37 y la TIR = 17,41%. Además, Zamora (2021) presentó una propuesta que contribuya a mejorar la productividad del proceso de pilado de arroz, empleando una metodología de tipo aplicada con diseño no experimental. Entre sus resultados, indicó que la propuesta de mejora consta con la implementación del mapa de flujo de valor, mantenimiento productivo total y las 5's; donde demuestra una evaluación económica dio un VAN de \$ 13111,66 el TIR 51,68%, coeficiente costo beneficio de \$ 2,38 y período de recuperación de la inversión de 1,73 años lo que indica estos valores la factibilidad de la propuesta, indicando que las causas de la baja productividad en la piladora, se determinó empleando los diagramas, indicando que son las causas, fallas técnicas en las maquinarias que representa el 44,33%, descarga inadecuada de la materia prima 26,47%.

En la evaluación del costo/beneficio de la implementación, se analizó el valor actual neto, donde se encuentra en un valor de S/.4578,84 soles demostrándose lo viable para generar beneficios para la empresa, a la vez se determinar una TIR de 24%, siendo mayor al costo del capital, además el indicador beneficio/costo es 1,25, indicando que por un sol invertido se genera S/1.25 sol en beneficio, resultados que infieren con el aporte de, Zamora (2021) en su tesis "Propuesta de mejora en el proceso de pilado de arroz, utilizando las herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la Piladora Cristóbal Colón S.A. Pilacriscol" manifestó que con la propuesta de mejora consta con la implementación del mapa de flujo de valor, mantenimiento productivo total y las 5's, donde demuestra una evaluación económica de VAN de \$ 13111,66 el TIR 51,68%, coeficiente costo beneficio de \$ 2,38 y período de recuperación de la inversión de 1,73 años lo que indica estos valores la factibilidad de la propuesta. Por otro lado, Seed y otros (2017) en su artículo "Consumo de energía y calidad de molienda de arroz al secar el arroz con un secador rotativo horizontal de nuevo diseño" indicaron que la eficiencia en el uso de energía térmica se estimó en 38,8% y 26,3% para IBBD e IHRD, respectivamente, en un rango de caída de humedad de 14,5% a 12% w.b.

Aguilar y Tulcán (2018) obtuvo que el potencial bioenergético a partir de un factor del 25% que, en sí la eficiencia de la planta, determina mediante un análisis termodinámico y condiciones de funcionamiento de una planta de generación eléctrica considerando pérdidas, así como los mismos rendimientos de cada componente. Concluyendo, que la mejor opción para la generación eléctrica a partir de residuos agrícolas y agroindustriales, en el Ecuador para una planta de 5 MWr netos a la red, son plantas termoeléctricas con turbina a vapor de agua. Kruszelnick y otros (2020) presentaron un análisis, la prueba y la evaluación de los sistemas de ingeniería mecánica en términos del consumo de energía involucrado en la moliendo de biomasa destinada a la producción de energía, donde la metodología prueba para mejorar los parámetros de la molienda multidisco, incluido la reducción del consumo de energía, la entrega de energía, la mejora de la calidad del producto. Entre sus resultados, el modelo original de consumo integrado de energía, indicaron que las pruebas en una amoladora de cinco discos durante cinco programas para evaluar las velocidades angulares programables.

VI. CONCLUSIONES

1. La evaluación de la factibilidad técnica económica del mejoramiento del consumo energético a través de una auditoría en la Piladora de Arroz “El Lirio S.A.C.”, se demostró la viabilidad técnica económico, lo cual señala que, con la auditoría energética, se puede determinar los factores que influyen en el mejoramiento del consumo energético.
2. En la evaluación del consumo energético en la piladora, se demostró que la capacidad instalada por proceso abarcando las 27 máquinas, donde se tiene una potencia hp de 193,12 con una potencia kW es de 145,511; seguido de ello, una potencia de entrada de 9,9; destacando una eficiencia del motor de 0,89 con la potencia de salida mecánica de 10,56 kW que es equivalente a 14,16 HP.
3. En la elaboración de la propuesta de mejoramiento, se estableció charlas de seguridad, energía y tecnología, realización de un nuevo contrato con la concesionario, establecer una secuencia correcta de arranque de motor en el tablero, iluminación para el área de producción, señalización de seguridad industrial; a la vez como propuesta a corto plazo, rediseño del tablero de control, instrumento de medición, a largo plazo; concierne adquisición de nueva pulidora, adquisición de un horno de secado de arroz, así como establecer el departamento de mantenimiento.
4. En la evaluación del costo/beneficio de la implementación, se analizó el valor actual neto, donde se encuentra en un valor de S/.4578,84 soles demostrándose lo viable para generar beneficios para la empresa, a la vez se determinar una TIR de 24%, siendo mayor al costo del capital, además el indicador beneficio/costo es 1,25, indicando que por un sol invertido se genera S/1.25 sol en beneficio.

VII. RECOMENDACIONES

1. Una vez terminado la investigación, se establece las siguientes recomendaciones:
2. A los encargados, desarrollar un estudio de calidad de energía en las áreas de la empresa, a fin de determinar si el suministro de energía eléctrica cumple con la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos y por ende conocer los efectos que esta puede producir en la maquinaria de la planta procesadora.
3. Al área de mantenimiento, disponer de los procedimientos estandarizados que permitan rigurosidad y repetitividad, de las herramientas de posible aplicación.
4. A los encargados de mantenimiento, establecer un sistema de respaldo para la subestación fase dos, con el propósito de garantizar la operatividad de la organización en caso de presentarse fallos en la red de abastecimiento de energía eléctrica.

REFERENCIAS

- ADUA, L., Clark, B., & York, R. *The ineffectiveness of efficiency: The paradoxical effects of state policy on energy consumption in the United States. Energy Research & Social Science*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101806>. 2021
- ARIAS Odon, F. *El proyecto de investigación 6a Edición*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION. 2012
- AUDITORÍA Energética. *Auditoria energetica - lambayeque*. Recuperado el 15 de abril de 2012, de Auditoria energetica: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Auditoria-Energetica/2532576.html>. 2012
- AULI, J. *Sostenibilidad en edificios sanitarios*. Barcelona. España: Congreso Nacional de Hospitales. 2019
- BALLBÉ, J. *Eficiencia Energética y calidad visual en instalaciones de iluminación hospitalarios*. Madrid. España: Ingenieria Hospitalaria. 2018
- BARRAGÁN Llanos, R. A. *La generación de energía eléctrica para el desarrollo industrial en el Ecuador a partir del uso de las energías renovables*. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4023/1/Rommel%20Alaxis%20Barrag%c3%a1n%20Llanos.pdf>. 2020
- BROCKWAY, P., Steve, S., Gregor, S., Kuperus, M., & Victor, C. *Energy efficiency and economy-wide rebound effects: A review of the evidence and its implications. Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110781>. 2021
- CARRANZA Cabrera, R. *Edificio Sustentable de Oficinas para Venta*. Lima. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2018
- CHAMBA Quezada, C. D., & Gómez Live, C. F. *Evaluación del potencial técnico y económico de plantas de generación eléctrica basadas en desechos agrícolas y agroindustriales, reproducible en distintas localizaciones en Ecuador*. Obtenido de

- <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21233/1/CD%2010749.pdf>.
2020
- CHUQUITARCO, N. L.. *Optimizar la Calidad de Energía Eléctrica*. Recuperado el 15 de abril de 2012, de OPTIMIZAR LA CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5212/1/T-ESPEL-0903.pdf>. 2020
- CORRETGER, M. *Incidencia del Mantenimiento en la Gestión Energética en los Edificios*. Madrid. España: Ingeniería Hospitalaria. 2018
- D'ALESSIO, F. *Notas Curso Dirección Estratégica*. Lima: MBA. 2008
- DAKHRI, J., Zeeshan, K., Muzzammil, H., & Muhammad, T. *Theoretical Framework for the Carbon Emissions Effects of Technological Progress and Renewable Energy Consumption*. Obtenido de <https://doi.org/10.1002/sd.2175>. 2021
- DÍAZ Zurita, D. G. *Auditoría energética para disminuir el consumo de energía eléctrica en la Planta Procesadora El Lirio S.A.C. – Victoria – Chiclayo - Lambayeque*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/2439/BC-TES-TMP-1310.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. 2018
- DMITRII, B., Ram, M., Aghahosseini, A., Gulagi, A., Solomon, A., Child, M., . . . BReyer, C. *Low-cost renewable electricity as the key driver of the global energy transition towards sustainability*. *Energy*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120467>. 2021
- ENERGY, L. *Promción de la eficiencia energética en Europa*. Obtenido de <http://www.leonardo-energy.org/espanol/03/promocion-de-la-eficiencia-energetica-en-europa-informe-2009-eew>. 2021
- ENERGY, L. *Leonardo ENERGY*. Recuperado el 15 de abril de 2012, de Promoción de la Eficiencia Energética en Europa: <http://www.leonardo-energy.org/espanol/03/promocion-de-la-eficiencia-energetica-en-europa-informe-2009-eew>. 2019
- FLUKE. *Solucion de eficiencia energetica. Soluciones de eficiencia energetica. Fluke* . Obtenido de <http://www.fluke.com/fluke/pees/soluciones/eficiencia-energetica/default.htm>. 2019
- FUSONG, W., X., J., Shaopeng, W., Jiashuo, L., Barbieri, D., & Lei, Z. *Life cycle energy consumption by roads and associated interpretative analysis of*

- sustainable policies. Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110823>. 2021
- HERNÁNDEZ, Fernández, & Baptista. *Metodología de la investigación*. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>. 2016
- HERNÁNDEZ, R., & Mendoza, C. *Metodología de la investigación: Ruta cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Mc Graw hill. 2018
- IRFAN, K., & Fujun, H. *The dynamic links among energy consumption, tourism growth, and the ecological footprint: the role of environmental quality in 38 IEA countries. Environmental Science and Pollution Research*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-020-10861-6>. 2021
- KRUSZELNICKA, W., Kasner, R., Baldowska, P., Flizikowski, J., & Tomporowski, A. *El índice integrado de consumo de energía para la evaluación de la tecnología de molienda de biomasa energética*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/6/1417>. 2020
- LIÑAN Ludeña, A. G. *Auditoría energética del sistema térmico de la empresa PAPEL S.A – Lima*. Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3517>. 2020
- LLAUCE Siesquen, F. D. *Disminución del consumo energético aplicando un auditoria energética en la piladora de arroz San Pedro E.I.R.L.- Túcume. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/7991/BC-4390%20LLAUCE%20SIESQUEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. 2019
- MANUEL, M. *Auditoria energetica*. Obtenido de <http://ebookbrowse.com/auditorias-energeticas-gestion-ambiental-pdf-d301599690>. 2019
- MARTÍ, J., & Tiers, T. *Eficiencia Energética en Hospitales*. Madrid- España: Temas Hospitalarios. 2019
- MATYAS, G., & Ganji, A. *Energy consumption of hybrid smart water-filled glass (SWFG) building envelope. Energy and Buildings*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110508>. 2021
- MOHAMMAD, S., Viachaslau, F., Mohammad, A., & Ghaderi, E. *Strategies to improve energy and carbon efficiency of luxury hotels in Iran. Sustainable*

- Production and Consumption*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.09.007>. 2021
- MUHAMMAD, A., Liu, L., & Najid, A. *Impact of institutional quality on environment and energy consumption: evidence from developing world*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-020-00644-x>. 2020
- MUHAMMAD, M., Imaran, H., Taghizadeh, F., Qaisrr, A., & Wasin, I. *Nexus between energy efficiency and electricity reforms: A DEA-Based way forward for clean power development*. *Energy Policy*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.112052>. 2021
- SAEED, F., Mohammad, R., & Didar, H. *Energy consumption and rice milling quality upon drying paddy with a newly-designed horizontal rotary dryer*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544216316322>. 2017
- SITTICHAJ, S., & Narong, M. *An Investigation of Energy Consumption in Thai Rice Mills in North Eastern*. Obtenido de https://miyazaki-u.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=5999&item_no=1&page_id=13&block_id=21. 2021
- SIYUEGUO, D., Y., D., Shan, H., & Yang, Z. *Modelling building energy consumption in China under different future scenarios*. *Energy*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119063>. 2021
- SNEHASISH, B., Karmakar, S., Suvendy, B., Kingshuk, R., Kanthal, S., Pramanick, M., . . . Mandal, B. *Optimization of energy consumption using data envelopment analysis (DEA) in rice-wheat-green gram cropping system under conservation tillage practices*. *Energy*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544221017473>. 2021
- SOLA, M., & Ayala, A. *Promoting energy efficiency at household level: a literature review*. *Consumer energy efficiency decision making across sectors*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s12053-020-09918-9>. 2020

- XU, Q., Bon, G., & Wei, H. *Reducing residential energy consumption through a marketized behavioral intervention: The approach of Household Energy Saving Option (HESO)*. *Energy and Buildings*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110621>. 2021
- ZAMORA Parrales, J. A. *Propuesta de mejora en el proceso de pilado de arroz, utilizando las herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la Piladora Cristóbal Colón S.A. Pilacriscol*. Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/52464/1/TRABAJO%20DE%20TITULACION%20ZAMORA%20PARRALES%20JORGE%20ALBERTO.pdf>. 2021
- ZAPATA Benites, L. E. *Mejora de la eficiencia energética eléctrica de la empresa Piladora Doña Carmela S.A.C. aplicando la norma ISO 50001*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Obtenido de https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2619/1/TL_ZapataBenites Leonel.pdf. 2020
- ZHUANG, M., Xiadong, C., & Balezentis, T. *Improving energy use and mitigating pollutant emissions across “Three Regions and Ten Urban Agglomerations”: A city-level productivity growth decomposition*. *Applied Energy*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.116296>. 2021

ANEXOS

Anexo 01: Operacionalización de variables

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable dependiente Consumo energético	El consumo energético, optimiza los procesos de producción y fabricación utilizando la misma o menor cantidad de energía, para generar más bienes y servicios (Auli, 2019, p. 37).	El consumo energético, estará enfocado en la producción de la planta, la energía eléctrica y la potencia eléctrica.	Producción de la planta	Parámetros de producción	Ordinal
			Energía eléctrica	Parámetros de consumo de energía eléctrica	Ordinal
			Potencia eléctrica	Parámetros de potencia eléctrica	Ordinal
Variable independiente Auditoría energética	Es una inspección y análisis de los flujos de energía de una planta, con el propósito de entender la eficiencia energética (Chuquitarco, 2019, p.32)	La auditoría energética, que se realizará en la piladora, se basa en el índice de consumo energético.	Índice de consumo energético	Parámetros de índice de consumo energético	Ordinal

Fuente: Elaboración propia

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

Apellidos y Nombres:

Bravo Córdova Eduard

Profesión:

Ingeniero Mecánico Electricista

Grado académico:

Ingeniero titulado y colegiado

Actividad laboral actual:

REVICIONES TECNICAS VEHICULARES TRANS-AMAZONICA SAC



EDUARDO BRAVO CORDOVA
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. 232343

INDICACIONES AL EXPERTO.

A continuación, se presentan dos apartados distintos referentes al conocimiento y la influencia sobre el tema de la tesis evaluada:

1. En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------

2. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realización (AT)			
b) Experiencia como profesional (EP)			
c) Trabajos estudiados de autores nacionales (AN)			
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros (AE)			
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación (CP)			

Firma del entrevistado

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es una guía de observación y una ficha de investigación, cuyo título es “MEJORAMIENTO DEL CONSUMO ENERGÉTICO A TRAVÉS DE UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA EN LA PILADORA DE ARROZ "EL LIRIO S.A.C" – LA VICTORIA – CHICLAYO” Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta guía para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: ___ Poco pertinente: ___ No es pertinente: ___

Por favor, indique las razones:

2. ¿Considera que la guía, tiene lo suficiente para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: ___ Insuficientes: ___

Por favor, indique las razones:

3. ¿Considera que la información solicitada formulada de manera tal que el tesista no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: ___ Poco adecuadas: ___ Inadecuadas: ___

Por favor, indique las razones:

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos. (Marque con una X

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco relevante	Irrelevante	

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Le agradecemos por su colaboración.

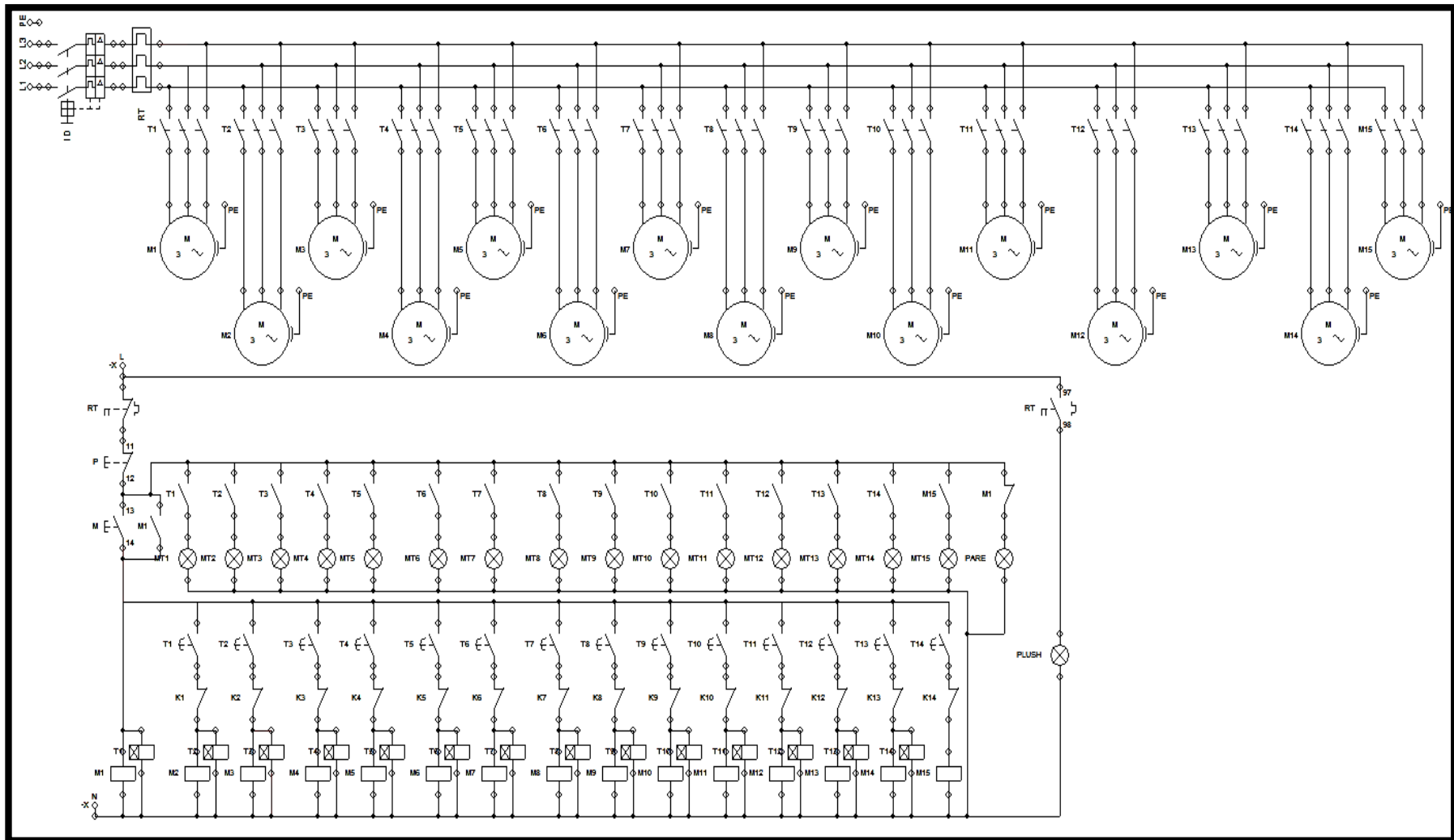
Fecha de evaluación:



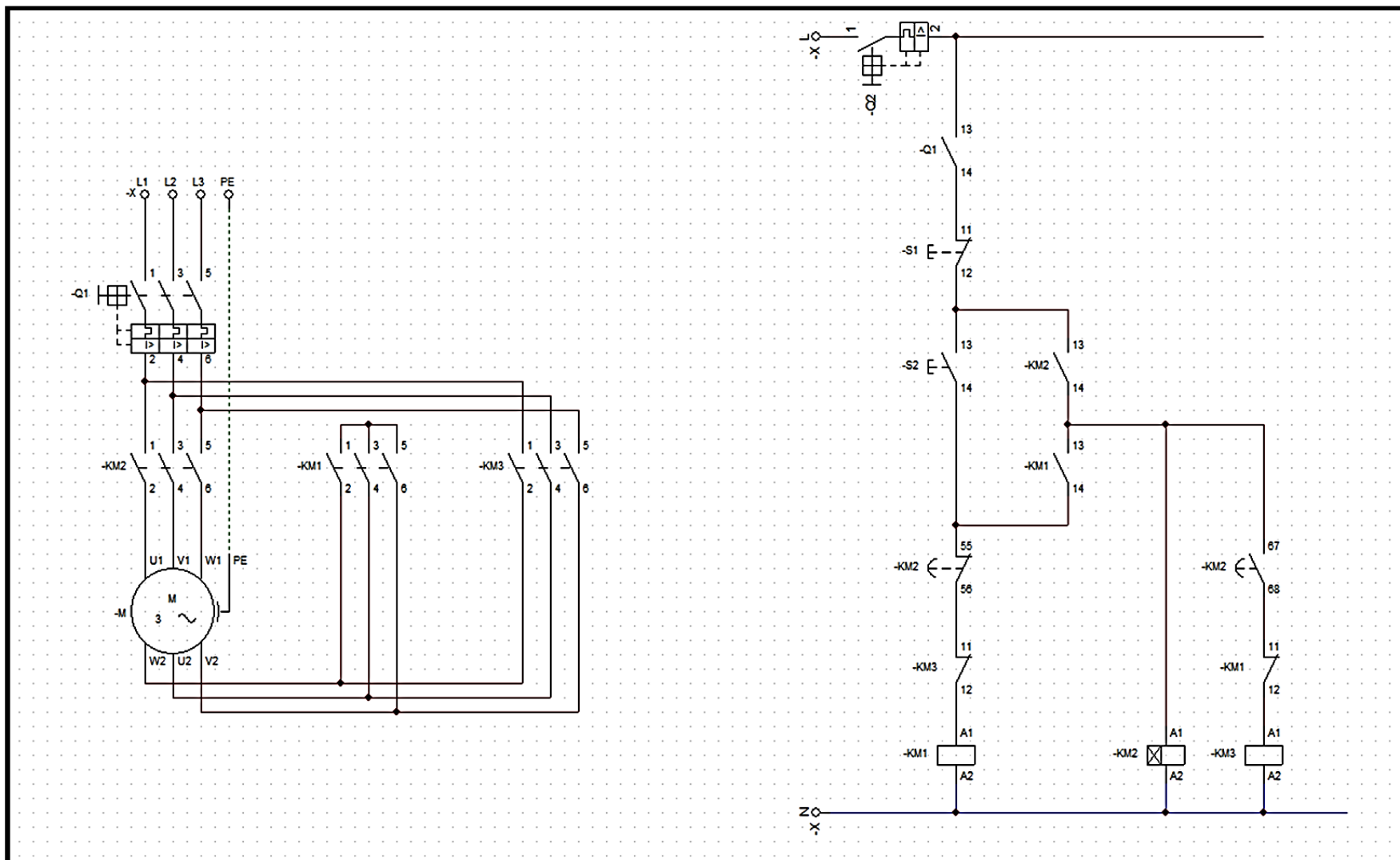
EDUARD BRAVO CORDOVA
 INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
 REG. CIP. 232343

Firma del Experto

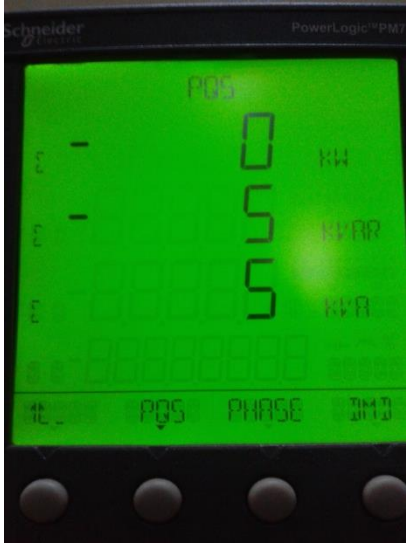
Anexo 3: Esquema de la secuencia de arranque



Anexo 4: Esquema de conexión estrella - triángulo



Anexo 5: Fotos de mediciones con analizador de redes,etc.



**LOGYTEC**

Calle Isidoro Suarez 236, San Miguel.
Lima 32
Teléf.: (511) 452 3111 / (511)561 0684
e-mail: calibraciones@logytec.com.pe - www.logytec.com.pe

**LABORATORIO DE
CALIBRACION****CERTIFICADO DE CALIBRACION : 215527****Página 1 de 2**

Lima, 14 de Diciembre de 2021.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

1) **DATOS**

Cliente : VOLNORT S.A.C.
Dirección : Mza. E2 Lote. 01 Urb. Los Sauces - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque
Equipo : Analizador de Red Trifásico
Marca : METREL
Modelo : MI2892
N° de Serie : **14470334**

Fecha de Calibración : 14 de Diciembre de 2021.
Fecha de Emisión : 14 de Diciembre de 2021.

2) **METODOLOGIA**

Para proceder a la calibración del equipo, se siguió el procedimiento interno N° PCL-032 de Logytec SA. Se informa las diferencias obtenidas en base a patrones certificados.

Patrones Utilizados	Marca	Modelo	N° de Certificado
Fuente de Potencia ficticia	KINGSINE	KS833	LPE - 296 - 2021 (*)
Multimetro Digital 7 1/2 Dígitos	TIME ELECTRONICS	5075	0457302(**)

(*) Con certificado de calibración N°: LPE - 296 - 2021. Trazable por INACAL el 2021/ 10 / 18.

(**) Con certificado de calibración N°: 0457302. Trazable por ABSOLUTE CALIBRATION LIMITED (UKAS) el 2019/ 06 / 05.



Firmado digitalmente por
OYOLO ARROYO
PERCY CLAUDIO
Fecha: 2022.03.01
15:32:14 -05'00'

Téc. Percy Oyolo A
Laboratorista
LOGYTEC S.A.



Firmado digitalmente por
FERNANDEZ
ULFEE WILLIAM
EDUARDO
Fecha: 2022.03.01
15:32:24 -05'00'

Eduardo Fernández U
Responsable Laboratorio
LOGYTEC S.A.

Toda reproducción de este documento deberá ser integral y sin ninguna alteración

 LOGYTEC Calle Isidoro Suarez 236, San Miguel. Lima 32 Teléf.: (511) 452 3111 / (511)561 0684 e-mail: calibraciones@logytec.com.pe - www.logytec.com.pe	LABORATORIO DE CALIBRACION
CERTIFICADO DE CALIBRACION : 215527	Página 2 de 2

3) RESULTADOS

3.1 Tensión Medida:

Nominal(V)	Patrón(V)	Equipo(V)		Desvío Relativo	Incertidumbre %
110,00	109,996	Canal 1	110,03	0,03	0,02
		Canal 2	110,03	0,03	0,02
		Canal 3	110,04	0,04	0,03
220,00	219,973	Canal 1	220,1	0,06	0,05
		Canal 2	220,1	0,06	0,05
		Canal 3	220,1	0,06	0,05
380,00	380,022	Canal 1	380,3	0,07	0,07
		Canal 2	380,3	0,07	0,07
		Canal 3	380,3	0,07	0,06

3.2 Potencia Medida:

Tensión(V)	Corriente(A)	F.P	Patrón (kW)	Equipo (kW)	Desvío Relativo %	Incertidumbre %
220	25	1	16,500	16,61	0,67	0,55
220	20	1	13,200	13,33	0,98	0,81
220	20	0,5	6,600	6,665	0,98	0,88

3.3 Distorsión Armónica Total THD (%):

Se verifica que:

% de THD	Canal 1	Desvío Relativo %	Canal 2	Desvío Relativo %	Canal 3	Desvío relativo %
8,203	8,21	0,09	8,20	0,04	8,21	0,09
10,006	10,0	0,06	10,0	0,06	10,0	0,06

La incertidumbre de medición expandida, fue calculada multiplicando la incertidumbre estándar combinada por un factor de seguridad k=2 que corresponde a un nivel aproximado de confianza del 95% bajo distribución normal.

4) OBSERVACIONES

- Temperatura Ambiente: (21 ± 1) °C
- Humedad Relativa: (60 ± 5) %
- Donde no se menciona, las pruebas fueron hechas a 220V constante a una frecuencia de 60Hz.
- **Se ha verificado el transductor de corriente (I_N), mide dentro de los valores nominales.**

5) CONCLUSIONES

De las mediciones realizadas se concluye que el equipo se encuentra calibrado, los valores medidos se encuentran dentro del rango normal de operación.



Anexo 6: Fotos de la piladora

