



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
AUDITORÍA ENERGÉTICA ELÉCTRICA PARA
OPTIMIZAR EL ÍNDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO
ELÉCTRICO DE LA PILADORA DOÑA CARMELA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN
INGENIERÍA MECÁNICA ELECTRICA**

Autores

Aquino Perez, Oscar Jhair

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3649-5159>

Villalobos Goicochea, Jose Luis

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5598-4383>

Asesor

Mtro. Vives Garnique Juan Carlos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0988-9881>

Línea de Investigación

**Tecnología e innovación en el desarrollo de la construcción
y la industria en un contexto de sostenibilidad.**

Sublínea de Investigación

**Innovación y tecnificación en ciencia de los materiales, diseño en
infraestructura**

Pimentel – Perú

2024



DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien(es) suscribe(n) la DECLARACIÓN JURADA, somos egresado (s) del Programa de Estudios de **Ingeniería Mecánica y Eléctrica** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que soy (somos) autor(es) del trabajo titulado:

AUDITORIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA PARA OPTIMIZAR EL INDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO ELÉCTRICO DE LA PILADORA DOÑA CARMELA

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Aquino Perez Oscar Jhair	DNI: 75531763	
Villalobos Goicochea Jose Luis	DNI: 74804100	

Pimentel, 23 de setiembre de 2024.

Dedicatoria:

Quiero dedicar estas palabras a mi familia, quienes son mi roca en la vida. A mis padres, por su amor incondicional, su sacrificio y por enseñarme los valores fundamentales que me han guiado en la vida; a mis hermanos, por ser mis amigos, compañeros de aventuras y sostén; y a mis abuelos, por ser la luz en mi camino y por transmitirme la sabiduría de los años. Gracias por estar siempre ahí en cada paso del camino, por los buenos y por los malos momentos. Ustedes son mi inspiración, mi motivación y mi esperanza. Les dedico estas palabras con todo mi corazón, y espero que sientan la profundidad de mi amor y agradecimiento por todo lo que han hecho por mí. ¡Los amo!

Agradecimiento:

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todos aquellos que han formado parte de mi vida, en especial a mi familia y amigos por su apoyo incondicional. Gracias a ellos he logrado superar obstáculos y alcanzar metas que jamás creí posibles. También quiero agradecer a mis maestros y mentores por impartirme conocimientos y enseñanzas que me han permitido crecer y desarrollarme como persona y como profesional. Finalmente, agradezco a la vida misma por brindarme la oportunidad de aprender, crecer y disfrutar de todas las experiencias maravillosas que me ha ofrecido. ¡Gracias de corazón a todos!

Índice

Dedicatoria:	3
Agradecimiento:.....	4
Índice de tablas	6
Índice de Figuras	7
Índice de Ecuaciones.....	8
Resumen	9
Abstract	10
I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática.	11
1.2. Formulación del problema.....	15
1.3. Hipótesis.....	15
1.4. Objetivos.....	15
1.5. Teorías relacionadas al tema.....	15
II. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	22
III. RESULTADOS	23
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	54
3.1. DISCUSION.....	54
3.2. CONCLUSIONES	54
REFERENCIAS	55

Índice de tablas

TABLA 1: LOS PROCESOS Y SU POTENCIA CONSUMIDA (kW)	23
TABLA 2: LOS PROCESOS Y SU ENERGÍA CONSUMIDA (kW-H/DÍA).....	25
TABLA 3: MOTORES Y SU EFICIENCIA.....	26
TABLA 4: POTENCIA CONSUMIDA DE ENERO-23 A MAYO -24 EN HP Y HFP.....	27
TABLA 5: ENERGÍA CONSUMIDA DE ENERO-23 A MAYO -24 EN HP Y HFP.....	28
TABLA 6: EL ICE DESDE ENERO 23 A MAYO 24.....	30
TABLA 7: PROGRAMAS PARA LOGRAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	34
TABLA 8: PROGRAMA N° 1	34
TABLA 9: PROGRAMA N° 2	35
TABLA 10: PROGRAMA N° 3	36
TABLA 11: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	38
TABLA 12: SUPERVISIÓN DEL PROGRAMA USO RACIONAL DE LA ELECTRICIDAD.....	40
TABLA 13: SUPERVISIÓN DEL PROGRAMA - DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE ELECTRICIDAD	42
TABLA 14: SUPERVISIÓN DEL PROGRAMA - ADMINISTRACIÓN.....	44
TABLA 15: PRESUPUESTO A INVERTIR – USO RACIONAL DE ELECTRICIDAD	45
TABLA 16: PRESUPUESTO A INVERTIR – DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE ELECTRICIDAD	45
TABLA 17: PRESUPUESTO A INVERTIR – ADMINISTRACIÓN	46
TABLA 21: DATOS EMPLEADOS PARA EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	47
TABLA 19: ECONOMÍAS POR EL CAMBIO POR MOTORES DE ALTA EFICIENCIA DE LOS MOTORES ESTÁNDAR.	48
TABLA 20: AHORRO (S/.) EN 9 AÑOS	50
TABLA 21: EVALUACIÓN ECONÓMICA (S/.) EN UN PERIODO DE 9 AÑOS	51
TABLA 22: RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO	53

Índice de Figuras

FIGURA 1: PECULIARIDADES DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO.....	23
FIGURA 2: LOS PROCESOS Y SU POTENCIA CONSUMIDA (kW).....	24
FIGURA 3: LOS PROCESOS Y SU ENERGÍA CONSUMIDA (kW-H/DÍA).....	26
FIGURA 4: POTENCIA CONSUMIDA DE ENERO-23 A MAYO -24 EN HP Y HFP	28
FIGURA 5: ENERGÍA CONSUMIDA DESDE ENERO-23 A MAYO -24 EN HP Y HFP.....	30
FIGURA 6: ICE DESDE ENERO 23 A MAYO 24	33
FIGURA 7: DESTRONCADORA.....	57
FIGURA 8: PULIDORA DE PIEDRA	57
FIGURA 9: PULIDORA DE AGUA.....	57

Índice de Ecuaciones

ECUACIÓN 1: AHORRO DE POTENCIA ELÉCTRICA.....	49
ECUACIÓN 2: AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	49

Resumen

El estudio se realizó en Piladora Doña Carmela. en el lado izquierdo de la vía Lambayeque - Chiclayo. Una empresa en Lambayeque se dedica al procesado de arroz desde hace más de una década, con un suministro eléctrico de Media Tensión 10 kV, y IEC de 5,57 kW-h/qq. El objetivo de este trabajo de investigación es reducir el consumo eléctrico de la Piladora Doña Carmela, para lo cual se aplica una auditoría energética para

Después de la investigación, se encontró un índice de consumo de electricidad de 5,57 kW-h/qq. Se proponen tres programas para reducir el consumo eléctrico: Actuación Humana, Actuaciones Técnicas y Administrativas. Cada programa busca ahorrar energía y ser eficiente, generando beneficios económicos importantes. Inversión inicial: S/.328108.97, tasa de interés: 85%, relación de costo de beneficio: 29.80, período de recuperación: 1 año 2 meses. El IEC Eléctrico se reduce a 4,39 kW-h.

Palabra Clave: Eficiencia Energético, Consumo de Electricidad, Auditoria Eléctrica

Abstract

The study was carried out in Piladora Doña Carmela on the left side of the Lambayeque-Chiclayo road. A company in Lambayeque has been processing rice for more than a decade with a Medium Voltage 10 kV and IEC electricity supply of 5.57 kW-h/qq.

The objective is to reduce the electrical consumption of the Doña Carmela Piladora through an energy audit.

After the investigation, an electricity consumption rate of 5.57 kW-h/qq was found. Three programs are proposed to reduce electricity consumption. Each program focuses on saving energy and being efficient to generate significant economic benefits. Initial investment: S/. 328108.97, interest rate: 85%, cost benefit ratio: 29.80, payback period: 1 year 2 months. The electrical IEC is 4.39 kW-h.

Keyword: Energy Efficiency, Electrical Energy Consumption, Energy Audit

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

La red eléctrica fue concebida históricamente para que la energía eléctrica fluyera en una única dirección: desde las grandes centrales eléctricas centralizadas hacia los usuarios finales. Durante varias décadas, las redes eléctricas europeas han consistido en tres partes principales: redes de transmisión, subtransmisión y distribución. Aunque pueden reconocerse por las funciones que desempeñan, estas piezas comúnmente se clasifican por los niveles de voltaje de sus líneas eléctricas. La red de transporte, conectada directamente a grandes centrales eléctricas centralizadas, transmite energía a distancias muy largas. En este nivel, el suministro permanente de electricidad es primordial y, por lo tanto, está garantizado por la compleja estructura de malla de la red. Esto permite el intercambio de energía con los países vecinos y refuerza la robustez de la red. Se necesitan hasta miles de kilómetros de líneas para llegar a las subestaciones eléctricas. En consonancia con este objetivo, sus líneas eléctricas transportan energía eléctrica de muy alta tensión (VHV) y alta tensión (HV) con la conclusión en reducir las pérdidas energéticas. [1].

La industria de la energía eléctrica está desafiada por la transición de la generación centralizada a la descentralizada debido a avances tecnológicos. Los avances tecnológicos han impulsado el uso creciente de la generación distribuida, haciendo que el mercado energético sea más competitivo. La tecnología ha generado interés en países industriales por desregular la electricidad, problemas ambientales y incentivos gubernamentales. Este número presenta la plataforma Smart Grid como alternativa a la industria tradicional de energía eléctrica integrada verticalmente, reduciendo los costos de energía. [2]

La energía es crucial y estratégica para la economía del país en todas las actividades. Por lo tanto, su desarrollo es una prioridad alta para lograr la modernización y sostenibilidad en tiempos de pandemia y crisis económica. Se busca mejorar servicios y competitividad para los ciudadanos. Esto forma grupo de las metas de sostenibilidad y sustentabilidad de la ONU suscritos por Perú. En falta de políticas energéticas coherentes del gobierno causa

alteraciones en el modelo energético y tarifas altas para los usuarios regulados. El subsector eléctrico necesitará un cambio importante en este período. La generación distribuida en el Perú debe seguir un régimen jurídico específico que garantice la continuidad y regularidad en la prestación del servicio eléctrico. La generación distribuida es la producción de energía por varios pequeños actores cercanos a las cargas. El consumidor se convierte en productor de energía eléctrica. El estudio analiza actores clave, regulaciones y barreras para implementar la generación distribuida en Perú, proponiendo soluciones y una hoja de ruta para lograr una red eléctrica descentralizada, distribuida y accesible. [3]

Comprimido Doña Carmela Se sitúa en el lado izquierdo de la carretera regional- Chiclayo en el Km. 778 del distrito, localidad y departamento de Lambayeque, y ocupa un área de 10 000 m².

Las siguientes características de EN .S.A son.

- Tarifa : MT-1
- Suministro Eléctrico : 27512483
- Tipo de Facturación : Potencia Variable
- Contrato Potencia : 75.00 kW
- Clase : Trifásica – Aérea (C5.1)
- T.corriente : 10 kV - MT

La empresa no cuenta con un método de eficiencia eléctrica sus recibos mensuales de por consumo de energía son elevados, en promedio S/ 20,450.00. Existe un alto consumo de electricidad que preocupa a los propietarios de la empresa. El exceso de potencia eléctrica instalada puede llevar a efectos negativos, como la disminución de usos contados de maquinaria y un incremento en la factura de electricidad.

Trabajos previos dados por:

En Quito – Ecuador, Cárdenas (2019), Título de tesis: Auditoría energética de empresa ecuatoriana de artefactos S.A. "ECASA" identificó las principales fuentes de energía: electricidad (92%), diésel (5%) y GLP (3%). Se identificaron distintas pérdidas de energía,

como sobrecalentamiento, alimentadores, armónicos y distribución. Tras el estudio, se encontró alta distorsión de armónicos en las redes eléctricas. Propone reforzarlas, balancear las líneas y acometidas para mejorar, a pesar del alto costo. Se propone eliminar resistencias de calentamiento, mantener moldes, reemplazar atornilladores y redistribuir luminarias para evitar pérdidas de energía. Reducir la contaminación siguiendo las recomendaciones reduciría 311 Ton de CO₂. [4].

Olivas, Santamaria & Dimas Ruiz en la tesis se implementó una auditoría energética en un hotel en Bluefields en 2017-2018 para reducir el valor de la nota eléctrica en 2019, concluyendo que seguir las recomendaciones podría ahorrar por año \$1,497,26. Promover en el campo la línea verde atrae a los turistas y al personal. Las mejoras resultaron en un ahorro anual de alrededor de \$4,053,592. [5]

Figueroa Barrionuevo, 2019, en su tesis analizó la optimización en el uso de la energía y la confiabilidad del suministro eléctrico de equipos en empresas ecuatorianas e internacionales bajo normativas técnicas. Los edificios de la Facultad de Ingeniería registraron una demanda de carga máxima de 38,35 KW y 39,23 KVA. Esto obviamente indica que el transformador de servicio principal no está presente sobrecargado con 75 KVA de potencia. El consumo medio diario de electricidad es Sede de la Facultad es de 364 kWh de lunes a viernes y 50 kWh sábado y domingo. libertad de acción El consumo medio mensual de electricidad es de 8387,1 kWh. El Consumo promedio mensual de electricidad de la universidad La tecnología Ambato es de 104.720 kWh y la tecnología Ambato es de 8.387,1 kWh En la Facultad de CCM, el consumo se estima en aprox. análisis, que representa el 7% del consumo total. [6]

A nivel de Contexto nacional, tenemos que, en Jaén, Antón Bazán & Bautista Neyra, realizaron una investigación sobre el consumo medio diario de electricidad es Sede de la Facultad de CCM, 364 kWh de lunes a viernes y 50 kWh sábado y domingo. libertad de acción, el consumo medio mensual de electricidad es de 8387,1 kWh, el Consumo promedio mensual de electricidad de la universidad la tecnología Ambato es de 104.720 kWh y la tecnología Ambato es de 8.387,1 kWh, en la Facultad de CCM, el consumo se estima en

aprox. análisis, que representa el 7% del consumo total. [7]

En Lambayeque, Sáenz Vásquez, realizó una auditoría energética en una planta de Piura. Concluyendo que el VPN es de 9861.95, mientras que la TIR se sitúa en un 11.9% mensual, lo cual supera significativamente la tasa de interés bancaria actual, que fluctúa alrededor del 3.5% mensual. Además, la analogía costo-calidad de 1.8, cuota de mes para amortizar el crédito bursátil asciende a 12191.2 /pen. [8].

En Jaén, Saldaña Vargas, 2020, realizó una auditoría energética en molino llamado los Cocos Jaén en 2016 para reducir el consumo energético, encontrando problemas de uso y dimensionamiento de energía. No hay desbalance de fase según los datos; el cambio máximo de amperaje en el anexo es de 5 a 6A. No hay áreas designadas en la planta, solo salas de laboratorios y monitoreo, donde se aprovecharon compresores de 50 hp sobredimensionados y mal instalados, unidades condensadoras mal dimensionadas y cargas nocturnas para reducir la energía. El consumo requiere tiempo y un plan. Se logró ahorrar energía al reducir el consumo en función de la capacidad del equipo. [9].

En el Contexto local, tenemos que, en Chiclayo, Campos (2019), En su tesis, el estudiante compartió que la investigación consideró un esquema metodológico específico. Los organismos públicos deben seguir el Estándar de preparación para auditorías de energía al realizar actividades como recopilar información y revisar facturas. Bajar el gasto de luz sin comprometer el bienestar, la salud ni la seguridad. Efectúan análisis periódicos de consumo energético, tanto a nivel mensual como anual con mapas de carga de potencia. Un estudio encontró que cambiar de la tarifa BT4 a BT5-A ahorró un 29% de energía a la empresa. Instalar condensadores de 220V al final de la auditoría energética puede reducir costos de energía reactiva. [10].

En Lambayeque, Lluen Mejía, realizó una investigación de la estación de bombeo en Sáenz Peña 1860 se revisará para reducir el gasto eléctrico y ahorrar dinero. La empresa adquirió 903 kW a 10 kV MT3 para dos estaciones. Los comprobantes de electricidad

estaban en la tarifa MT3 más conveniente. La calidad energética es aceptable. Cambiar a motores de eficiencia PREMIUM ahorra 199.848,17 KWh/año. Se evalúa la viabilidad económica a largo plazo al 10%. Calcula el Valor Actual Neto en soles. El préstamo es de S/.322 391,91 con interés del 42%, a pagar en 2 años y 4 meses. [11]

Se propone implementar tecnología para mejorar el empleo de la electricidad y evitar el derroche de energía, buscando mejoras en la producción y sin afectar las condiciones laborales ni la calidad de servicio. La Justificación Social apoyará a ingenieros y técnicos en auditorías energéticas, mientras que la Justificación Científica contribuirá al avance y la formación de investigadores en este campo.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo optimizar el índice de consumo energético eléctrico en la Piladora Doña Carmela?

1.3. Hipótesis

Mediante una auditoría energética eléctrica se optimiza el índice de consumo energético eléctrico de la Piladora Doña Carmela.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Realizar una auditoría energética eléctrica para optimizar índice del consumo energético eléctrico de la Piladora Doña Carmela.

Objetivos específicos

- Determinar el índice del consumo energético eléctrico actual.
- Plantear propuestas de mejorar el índice de consumo energético eléctrico.
- Realizar la evaluación económica de la propuesta a implementar

1.5. Teorías relacionadas al tema

A. Auditoría Energética

Es procedimiento sistemático para analizar flujo de energía en instalaciones para comprender el consumo y la dinámica del sistema. [12]

B. Eficiencia Energética

Implica reducir el uso sin afectar la producción. Estas formas de producción aumentan la eficiencia energética. [13].

C. Indicador del desempeño energético (IDE)

Se calcula dividiendo la producción entre el consumo de energía. Los IDE son definidos como parámetros, relaciones o modelos por Castrillón y González. Indicadores de desempeño energético incluyen consumo por tiempo y por unidad de producción.

D. Línea de base energética (LBE)

Es el inicio para poder calcular el progreso de objetivos energéticos comparando registros iniciales con nuevas mediciones.

Una LBE es clave para evaluar el progreso de un SGE al comparar el desempeño de energía con las medidas implementadas.

E. Productividad

La línea base energética compara registros energéticos iniciales con nuevas mediciones para medir el progreso de objetivos energéticos.

La productividad es obtener más con menos recursos.

F. Matriz energética

Es la fuente de energía que usa una empresa. Se registra la energía consumida en la producción en un período específico. [14].

G. Auditoría energética

Inspección empresarial para gestionar y prevenir el desperdicio de energía.

Las auditorías analizan las necesidades energéticas de la empresa y proponen soluciones para ahorrar energía e incorporar nuevas energías viables. . (Ramírez, 2020, p. 183)

Etapas:

Figura 1: Auditoría energética - etapas



Fuente: ISO 50002:2014.

Análisis energético preliminar

La primera reunión fija plazos, finalidad, acuerdos y objetivos utilizando datos sobre producción, consumo energético, equipos e instalaciones.

Reunión de la apertura

La primera reunión establece roles, objetivos y pasos para la auditoría energética.

Recopilación de datos

La organización recopila datos para una auditoría energética, incluyendo mediciones, facturas, equipos electrónicos y datos de producción.

Trabajo de campo

La organización recopila datos para una auditoría energética, como mediciones, facturas, equipos y producción.

Análisis de data

Se analiza la data para planificar el consumo de electricidad y evaluar los efectos de

los objetivos establecidos.

Reporte

El informe de la auditoría resume las opciones de ahorro de energía analizadas. Se resumen medidas obtenidas de diversas formas como análisis, proyecciones, cálculos o simulaciones.

Reunión de cierre

En la reunión final de la auditoría energética se presentan el informe técnico, las acciones y análisis realizados.

H. Valor actual neto

Mide si utilizamos la energía de manera eficiente siendo idealmente cercano a 1.

Horas de mayor consumo de energía: entre las 6 pm y 11 pm, cuando las personas regresan a sus hogares.

I. Relación de beneficio – costo

Evalúa si un proyecto es rentable al comparar el valor obtenido con la inversión.

$$\frac{BENEFICIO}{COSTO} = \frac{INGRESOS TOTALES}{COSTOS TOTALES}$$

J. TIR

Es la tasa descuento para examinar inversión en proyectos. Los ingresos son iguales a los egresos cuando el VAN es cero.

$$\sum_{t=0}^n \frac{FE}{(1 + TIR)^T} = VAN = 0$$

K. Descripción de la empresa

Los inicios del molino de arroz de Doña Carmela, se produjeron en el año 2005, Freddy Alcarraz Quispe junto a Max Alcarraz Quispe, empezaron a acopiar y vender

arroz. En mayo de 2005, instalaron un molino para mejorar la calidad y estándar del arroz.

a. Misión

La Piladora Doña Carmela se compromete a cumplir con las satisfacciones de los clientes con alta tecnología y personal comprometido.

b. Visión

Convertirse en una empresa agroindustrial líder a nivel nacional e internacional, creando desarrollo a los clientes, trabajadores y accionistas, contribuyendo al progreso del país.

c. Análisis de los procesos

Admisión en tolva de piso

El personal de estiba utiliza la recepción en tolva de piso como paso inicial para transportar el arroz a la máquina de pre limpia.

Pre-limpieza

La máquina pre-limpia separa y limpia la tierra y otras impurezas del arroz utilizando extractores de polvo y cribas, con los granos cayendo por las ranuras gracias a la zarandeo y gravedad de la máquina.

Almacenamiento en silos

El proceso consiste en recibir arroz limpiado y enviarlo a la secadora.

Secado industrial

El proceso de secado utiliza aire caliente que fluye en dirección opuesta y aire ambiente para reducir la humedad en el grano. El aire caliente proviene del horno.

Enfriamiento en silos

Los granos de arroz se transfieren de los secadores industriales a una tolva para controlar el flujo. Los granos de arroz en latencia deben enfriarse para evitar daños durante los procesos industriales.

Descascarado de grano

Los granos de arroz se transfieren de los secadores a una tolva para controlar el flujo. Los granos de arroz en estado latente deben enfriarse para evitar su deterioro durante los procesos industriales.

Clasificación gravimétrica (Mesa Paddy)

Los granos de arroz de los secadores se mueven a contenedores y se transportan a una tolva para regular el flujo. Los granos de arroz enlatados deben enfriarse para evitar problemas durante los procesos industriales.

Selección por grosor en calibradora

La clasificación del espesor de los granos de arroz se realiza mediante 6 mallas cilíndricas con agujeros. También hay 8 ojos cilíndricos más para separar los granos de arroz de los granos más gruesos.

Apartamiento del grano de arroz y piedras

Los granos de arroz se separan de los pequeños granos tamizados, limpiados, pelados y calibrados. La máquina separa los granos y semillas del arroz sacudiéndolos después de recogerlos.

Blanqueado horizontal

Aquí se hace el primer pulido golpeando los granos de arroz con una piedra interna para blanquearlos. .

Pulido por piedra

El objetivo es hacer que el arroz quede brillante y, si se desea, más blanco. Las correas hacen que la piedra para pulir gire y roce contra las rejillas en ambos lados a medida que el arroz entra y la piedra gira y se mueve. Consigue el brillo adecuado.

Pulido por agua

La máquina busca hacer el arroz brillante y más blanco si es necesario. Las correas hacen girar la piedra y frotar contra las rejillas mientras el arroz entra y la piedra gira. Consigue el brillo adecuado.

Clasificación por rotex vaiven

Se emplea un proceso de clasificación del arroz dependiendo de su tamaño con una máquina

especial que lo divide en tres tipos.

Juego de clasificadores

Este es uno de los procesos para clasificar los granos de arroz por tamaño, utilizando un rotatorio de 6 cámaras, combinado con movimiento oscilante, clasificando el arroz en 3 tipos: selenio, $\frac{3}{4}$ de arroz y arroz integral para su posterior uso. . Enviar granos de arroz al selector de color o clasificador cilíndrico.

Selección de grano por color

Es un aparato automático con 7 bandejas verticales que usa un sensor para separar el arroz limpio de los granos con manchas.

Envasado

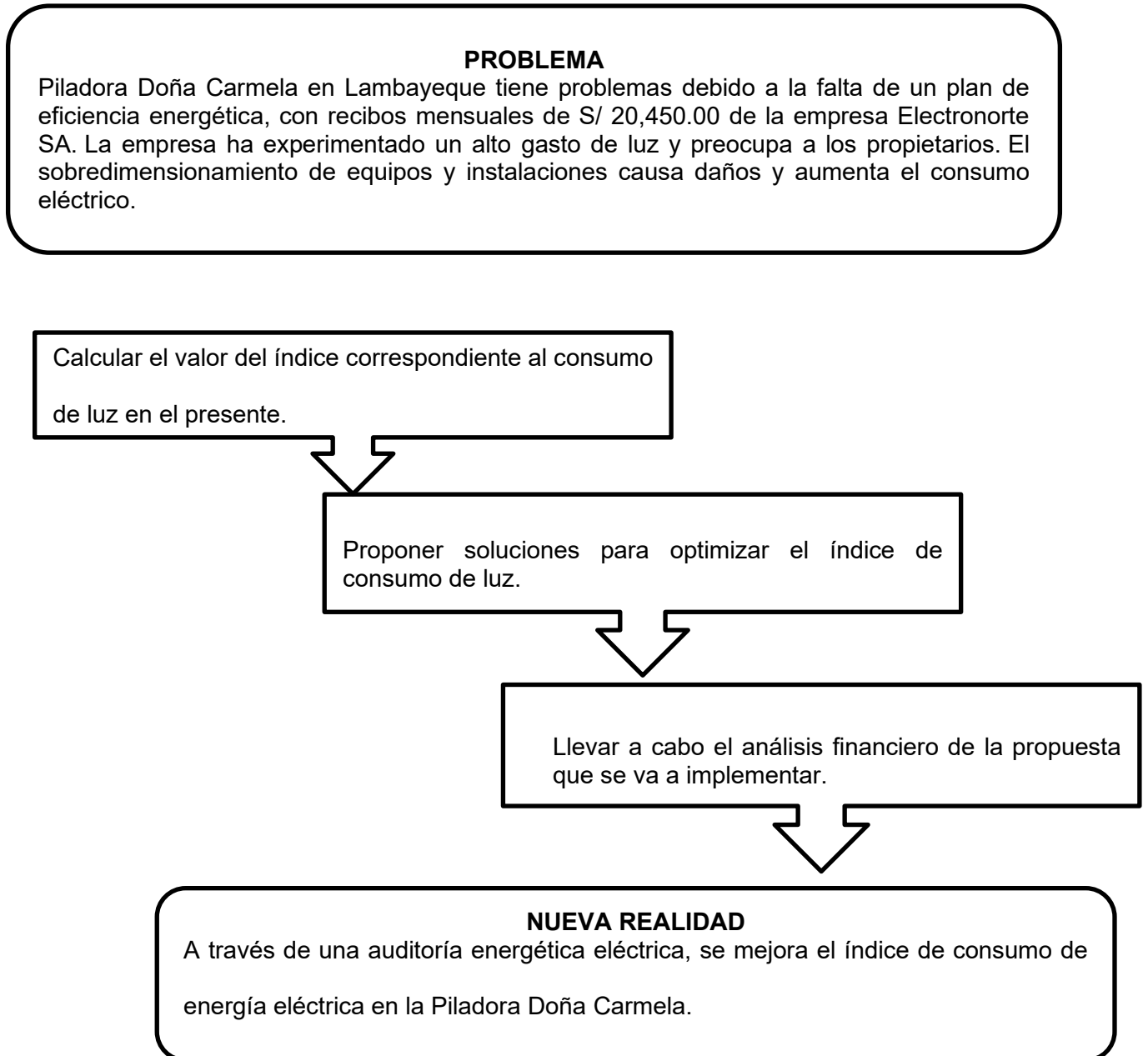
Esta caja tiene arroz y productos para empaquetar y vender.

Añejadora

Es una máquina que calienta arroz para cocinarlo. Después del plegado, los granos blancos se envejecen a 75°C durante 12 horas, obteniendo arroz de calidad.

II. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

Para realizar la optimización del ICE en la Piladora Doña Carmela se sigue los siguientes pasos:



III. RESULTADOS

3.1. Índice del consumo energético eléctrico (ICEE) actual

A. Descripción del Suministro Eléctrico

El suministro eléctrico con que cuenta la Piladora Doña Carmela, presenta las siguientes peculiaridades:

Figura 1: Peculiaridades del Suministro Eléctrico

Tarifa	MT1	Serie Medidor	000000002881848 - Electrón.
Medición	Media Tension	Nº Hilos Medidor	4
Tensión y SED	22.9/13.2 kV / E-202792	Modalidad	Potencia Variable
Sist. Eléctrico	S221 Chiclayo Baj (ST2)	Inicio Contrato	
Tipo Suministro	Trifásica-Aérea(C5.2)	Termino Contrato	

Fuente: Piladora Doña Carmela

B. Consumo actual por proceso de Potencia

Para determinar los consumos por proceso de Potencia se realizó una encuesta al Jefe de Planta de la Piladora Doña Carmela, con lo cual dicho consumo se muestra a continuación:

Tabla 1: Los procesos y su Potencia consumida (kW)

PROCESO	(kW)
Recepcion tolva piso	1.5
Pre limpieza	9.7
Almacenamiento silos	20.9
Secado industrial	11.9
Enfriamiento silos	4.4
Descascarado grano	55.46
Clasificacion gravimetrica (Mesa Paddy)	11.9
Selección grosor calibradora	381.7
Separacion grano arroz y piedras	79.59
Blanqueado horizontal	61.5

Pulido en agua	61.5
Calsificacion rotex vaiven	5.2
Juego clasificadores	2
Clasificado grano color	1.5
Envasado	4.5
Añejadora	25
TOTAL	738.25

Nota: Elaboración propia

Figura 2: Los procesos y su Potencia consumida (kW)



Nota: Elaborado por el autor

Por lo antes manifestado concluimos que es la Selección por grosor en calibradora la que requiere más potencia con un M.D. de 381,7 kW, la que necesita mas potencia.

C. Consumo actual por proceso de Energía Eléctrica

El consumo actual de proceso por día en la Piladora Doña Carmela, son las siguientes:

Tabla 2: Los Procesos y su Energía consumida (kW-h/día)

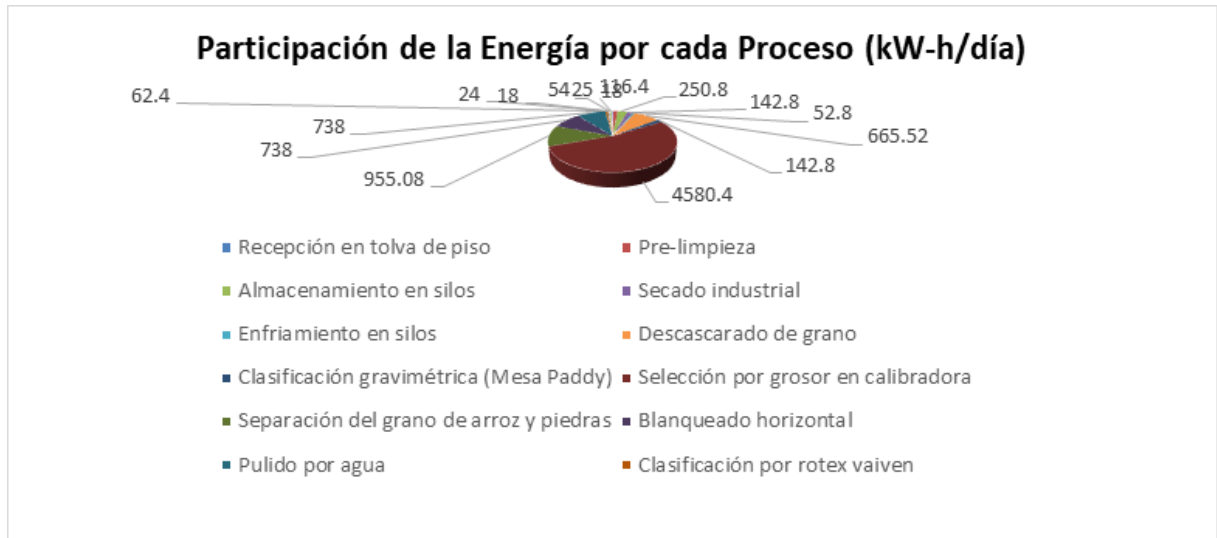
PROCESO	(kW-h/día)
Re. tolva piso	12
Pre limp.	77.6
Alm.silos	167.2
Sec. industrial	95.2
Enfr. silos	35.2
Des.o grano	443.68
Mesa Paddy	95.2
Sel. grosor en calibradora	3053.6
Sep.grano arroz y piedras	636.72
Blan. horizontal	492
Pulido en agua	492
Calsificacion rotex vaiven	41.6
Juego clasificadores	16
Clas. grano color	12
Envasado	36
Añejadora	25
TOTAL	5731

Nota: Elaborado por el autor

De la tabla anterior podemos concluir que la Energía diaria consumida por la Piladora Doña Carmela, es de de 5731 kW-h

En seguida, lo podemos ver en la Figura 3.

Figura 3: Los Procesos y su Energía consumida (kW-h/día)



Nota: Elaboración propia

En el cuadro previo se observa que el consumo eléctrico por día es de 5731 kW-h, correspondiendo el mayor consumo al proceso Apartamiento de las piedras del grano de arroz con 636.72 kW-h, y el mínimo consumo lo tiene el proceso de Clasificado de grano por color con 12 kW-h.

Los motores de mayor potencia en la Piladora Doña Carmela, son:

Tabla 3: Motores y su eficiencia

PROCESO	MAQUINA	MOTOR ACTUAL ESTANDAR	
		(kW)	(%)
Separación del grano de arroz y piedras	Destroncadora	75	81%

Blanqueado horizontal	Primera	60	79%
Pulido por piedra	Segunda	60	79%
Pulido por agua	Primera	30	82%
Pulido por agua	Segunda	30	82%

Nota: Elaboración propia

Estos reactores tienen 15 años de antigüedad, y su eficiencia es menor al 81%, por lo que necesitan ser reemplazados debido a las reparaciones.

D. Energía eléctrica mensual y Máxima Demanda

Los consumos de Demanda Máxima en Piladora Doña Carmela desde Enero-23 a Mayo -24:

Tabla 4: *Potencia consumida de Enero-23 a Mayo -24 en HP y HFP*

Nota: Elaborado por el autor

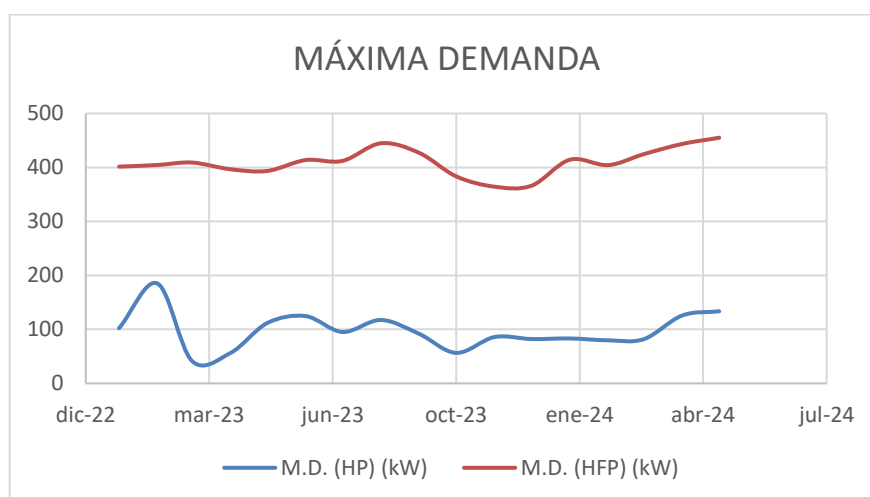
La tabla muestra la Máxima Demanda de Piladora Doña Carmela en Ene 23 a May 24:

MES	M.D. (HP)	M.D. (HFP)
	(kW)	(kW)
En- 23	101.2	412.52
Fe - 23	176.21	414.5
Ma - 23	31.77	419.08
Ab - 23	65.13	385.73
Ma - 23	231.68	382.51
Jun - 23	135.8	421.66
Jul - 23	84.3	432.14
Ag - 23	123.4	333.8
Se- 23	86.43	416.04

Oc – 23	45.4	383.47
No – 23	76.74	364.36
Di– 23	91.24	366.17
En – 24	56.30	414.30
Fe– 24	87.9	404.33
Ma– 24	70.85	424.73
Ab– 24	135.57	443.53
Ma – 24	122.46	455.02
PROMEDIO	96.24	409.35

Nota: Elaborado por el autor

Figura 4: Potencia consumida de Enero-23 a Mayo -24 en HP y HFP



Nota: Elaboración propia

De la Tabla y Figura, se evidencia la mayor Demanda en horas punta (M.D. HP), fue en el mes de Febrero 2023, debido a que en este mes había demanda de servicio y se tuvo que trabajar en horarios de la noche. En cambio, la mayor Máxima en Horas Fuera de Punta (M.D. HFP), fue en el mes de Mayo de 2024, esto se dio porque se trabajó durante las madrugadas. Los consumos de electricidad en la Piladora Doña Carmela durante Enero-23 a Mayo -24:

Tabla 5: Energía consumida de Enero-23 a Mayo -24 en HP y HFP

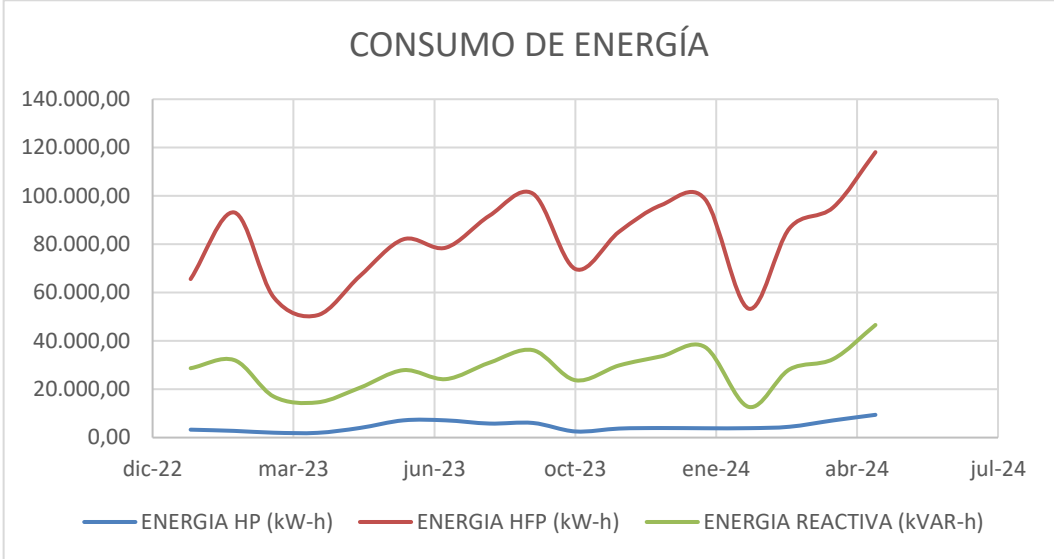
MES	ENERGIA HP	ENERGIA HFP	ENERGIA REACTIVA
	(kW)	(kW)	(kVAR-h)
En – 23	3,275.94	65,598.73	28,697.75
Fe – 23	2,774.82	93,148.87	32,049.85
Ma – 23	2,025.72	58,015.20	16,963.91
Ab – 23	1,966.9	50,629.71	14,576.53
Ma – 23	3,972.52	66,774.96	20,597.50
Jun – 23	7,137.25	82,047.06	27,900.90
Jul – 23	7,132.95	78,560.65	24,187.17
Ag – 23	5,805.10	91,794.25	30,977.89
Se – 23	6,045.94	100,913.07	36,158.12
Oc – 23	2,545.29	69,763.60	23,732.69
No – 23	3,736.33	85,139.97	29,845.81
Di – 23	3,952.12	96,197.76	33,625.46
En – 24	3,867.44	98,688.20	37,483.82
Fe – 24	3,892.28	53,351.69	12,708.37
Ma – 24	4,480.12	86,582.91	28,202.31
Ab – 24	7,108.05	95,220.18	32,494.98
Ma – 24	9,412.73	118,103.17	46,598.64
PROMEDIO	4,654.73	81,795.88	28,047.16

Nota: Elaborado por el autor

De esta Tabla, se evidencia que la EA en Horas Punta (EA HP), fue en el mes de Junio 2023, en 7,137.25 kW-h. En cambio, la EA. HFP, fue en el mes de Mayo de 2024, con un valor de 118,103.17 kW-h esto se dio porque se trabajó durante las madrugadas.

En la siguiente figura representamos los consumos de electricidad y energía reactiva realizados por la Piladora Doña Carmela durante Enero-23 a Mayo -24:

Figura 5: Energía consumida desde Enero-23 a Mayo -24 en HP y HFP



Nota: Elaboración propia

E. Índice de consumo energético (ICE).

El ICE desde enero-23 a mayo -24. Se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 6: El ICE desde Enero 23 a Mayo 24

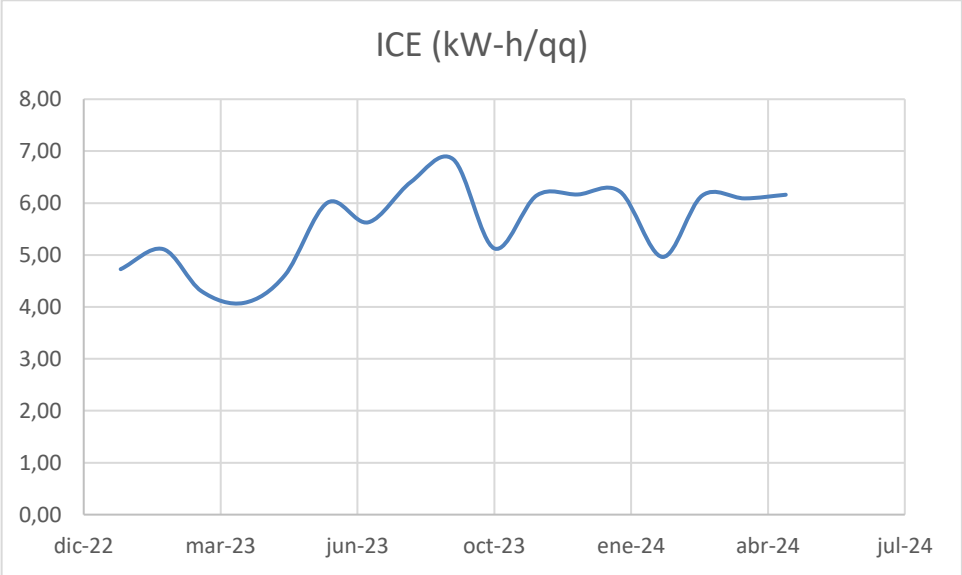
MES	ENERGIA HP	ENERGIA HFP	ENERGIA TOTAL	PRODUCCION ICE	
	(kW-h)	(kW-h)	(kW-h)	(qq/mes)	(kW-h/qq)
En -23	3,275.94	65,598.73	68,874.67	14570.00	4.73
Feb-23	2,774.82	93,148.87	95,923.69	18760.00	5.62
Ma-23	2,025.72	58,015.20	60,040.92	13950.00	4.30
Ab-23	1.862.09	50,629.71	52,595.80	1290D.00	4.08
Ma-	3,972.52	66,774.96	70,747.48	15345.00	4.61
Jun-23	7,237.25	82 047.0b	89,184.31	14850.00	6.01
Jul-23	7,132.95	78,560.65	85,693.60	15221.00	5.63
Ag-23	5,805.10	73,560.25	97,599.35	15240.00	6.40
Se-23	6,045.94	100,913.07	106,959.01	15630.00	6.84
Oc-23	2,545.29	69 763 60	72,308.89	14105.00	5.13
No 23	3,736.33	85,139.97	B8,876.30	14460.00	6.15
Di-23	3,952.12	96,197.76	100,149.88	16244.00	6.17

En-24	2,867.44	98,688.20	102,555.64	16492.00	6.22
Fe-24	3,892.2B	53 351.69	57,243.97	11536.00	4.96
Ma-24	4,480.12	89,582.91	91,063.03	14818.00	6.15
Ab-24	7,10B.05	95,220.1B	102,328.23	16802.00	6.09
Ma-24	9,412.51	118,103.17	127,515.68	20708.00	6.16
Media	4,6M.73	81,795.BB	86,450.61	15389.S9	3.56

Nota: Elaborado por el autor

En la imagen siguiente identificamos el ICE desde Enero-23 a Mayo -24:

Figura 6: ICE desde Enero 23 a Mayo 24



Nota: Elaborado por el autor

Del análisis previo, encontramos que el ICE promedio de 5,57 kW-h/qq.

3.2. Propuestas de mejora del ICE eléctrico

Se proponen medidas técnicas y administrativas a través del aprovechamiento óptimo de electricidad y disminución de gastos.

Se establecen programas para lograr objetivos y metas específicas:

Tabla 7: Programas para lograr la eficiencia eléctrica

Gestión Energética Empresarial	Programas
Conducta Humana	Uso consciente y eficiente de la electricidad
Medidas Técnicas	Optimización del consumo eléctrico
Medidas Administrativas	Manejo eficiente del sistema eléctrico

Nota: Elaborado por el autor

a. Planes sobre el comportamiento humano

Este programa capacita y sensibiliza a las personas relacionadas con el mal uso de la energía eléctrica.

Tabla 8: Programa N° 1

Objetivo Especifico 1:		
Formar y concientizar de forma continua sobre el uso responsable de la energía eléctrica.		
Objetivo: disponer de un plan de formación permanente.		
Encargados: coordinador del comité energético.		
ACCIONES	COSTO	TIEMPO
Elaborar exposiciones para los empleados de la compañía.	S/C	1 mes
Ofrecer conferencias y talleres sobre la administración de la energía en la empresa.	S/. 1000,00	Trimestral

Llevar a cabo una campaña informativa sobre el uso eficiente de la energía (colocar afiches, instalar buzones de sugerencias, entre otras actividades).	S/. 2000,00	Semestral
---	-------------	-----------

Nota: Elaboración Propia

b. Planes sobre medidas técnicas

Tabla 9: Programa N° 2

Objetivo Especifico 2:		
Reducir el consumo de electricidad utilizando tecnologías más eficientes.		
Objetivo: reducir el consumo de electricidad en el corto plazo.		
Encargado: Gerente – Coordinado comite		
ACCIONES	COSTO	TIEMPO
Adquirir motor de alta eficiencia para la Descroncadora, Primer abrillantador de piedra, Segundo abrillantador de piedra, Primer abrillantador de agua, Segundo abrillantador de agua.	S/. 59000,00	2 mes

Reemplazar el motor de baja eficiencia de la Desramadora, Primer abrillantador de piedra, Segundo abrillantador de piedra, Primer abrillantador de agua, Segundo abrillantador de agua.	S/. 5000,00	2 semanas
---	-------------	-----------

Nota: Elaboración propia

c. Planes sobre medidas administrativas

Este programa controla y administra el empleo de la electricidad. Medir los costos y parámetros energéticos nos ayudará a tomar decisiones a tiempo para cuidar el sistema energético del molino.

Tabla 10: Programa N° 3

Objetivo Especifico 3:		
Implementar un sistema automatizado de supervisión y gestión del consumo eléctrico.		
Objetivo: Registrar el 60% del consumo de energía eléctrica.		
encargado: Gerencia – Coordinador de comité energía		
ACCIONES	COSTO	TIEMPO
Adquirir e instalar el sistema Energy Control System	S/. 15000,00	2 mes






















Configurar el sistema definir alertas y acciones en los consumidores más importantes.	S/. 5000,00	2 semanas
---	-------------	-----------

Nota: Elaboración propia

d. Cronograma de acciones

Aquí está el cronograma de seguimiento para el plan de gestión de mejora en el consumo de energía eléctrica en la Piladora Doña Carmela.

Tabla 11: Cronograma de Actividades

ACCIONES	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
	Inversión	Post Inversión								
Objetivo Especifico 1										
Diseñar presentaciones para los trabajadores empleados de la empresa										
Impartir charlas y talleres sobre la gestión energética en la empresa										
Hacer campaña divulgación sobre uso racional de energía (carteles, sugerencias, etc)										
ACCIONES	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
	Inversión	Post Inversión								
Objetivo Específicos 2										

Adquirir motor de alta eficiencia para la Descroncadora, Primera pulidora de piedra, Segunda pulidora de piedra, Primera pulidora de agua, Segunda pulidora de agua.	■									
Sustituir motor de baja eficiencia de la Destroncadora, Primera pulidora de Piedra, Segunda pulidora de piedra, Primera pulidora de agua, Segunda pulidora de agua	■									
ACCIONES	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
	Inversión	Post Inversión								
Objetivo Especifico 3										
Adquirir e instalar el sistema ECS (Energy Control System).	■									
Configurar el sistema y establecer salidas de alarmas y/o actuación en consumidores prioritarios	■									

Nota: Elaboración Propia

e. Monitoreo y Seguimiento

Aquí hay una guía útil para supervisar los programas planteados

Es crucial elaborar guías para recoger información y documentar resultados en monitoreos.

Tabla 12: Supervisión del Programa Uso racional de la Electricidad

Objetivo Específico	Acciones	Responsable	Meta	Indicador	Nivel de cumplimiento	Comentarios
O.E - 1	Crear presentaciones dirigidas a los empleados de la compañía.	Coordinador de comité de energía	Contar con una estrategia de educación continua	N° actividades educativas diseñadas e implementadas	A ejecutar	-----

Llevar a cabo
una campaña
informativa
sobre el uso
responsable de
la energía
(colocar posters,
habilitar
buzones de
sugerencias,
entre otras
acciones).

Nota: Elaboración propia

Tabla 13: Supervisión del Programa - Disminución del consumo de electricidad

Objetivo Específico	Acciones	Responsable	Meta	Indicador	Nivel de cumplimiento	Comentarios
O.E - 2	Comprar un motor de alta eficiencia para la Desramadora, primer abrillantador de piedra, segundo abrillantador de piedra, primer abrillantador de agua y segundo abrillantador de agua.	Coordinador de comité de energía	Disminuir el consumo de energía eléctrica en el corto plazo	N° requerimientos instalados / total de requerimientos	A ejecutar	-----

Reemplazar el motor de baja eficiencia de la Desramadora, primer pulidor de piedra, segundo pulidor de piedra, primer pulidor de agua y segundo pulidor de agua.

Nota: Elaboración Propia

Tabla 14: Supervisión del Programa - Administración

Objetivo Especifico	Acciones	Responsable	Meta	Indicador	Nivel de cumplimiento	Comentarios
O.E - 3	Adquirir e instalar el sistema ECS Ajustar el sistema y definir salidas de alertas y/o acciones en los consumidores clave.	Coordinador de comité de energía	Consumos de energía eléctrica registrados en un 60%	Cuenta con el sistema ECS instalado	A ejecutar	-----

C. Evaluación económica de las propuestas planteadas

Aquí se resumen las acciones y la inversión necesaria según los programas establecidos.

Tabla 15: *Presupuesto a invertir – Uso racional de electricidad*

ACCIONES	COSTO
Elaborar presentaciones para los empleados de la organización.	S/C
Brindar charlas y talleres sobre la administración energética dentro de la empresa.	S/. 1500,00
Desarrollar una campaña de sensibilización sobre el uso eficiente de la energía (colocar avisos, habilitar buzones de sugerencias, entre otras acciones).	S/.2500.00
Total Parcial	S/. 4000.00

Nota: elaboración propia

Tabla 16: *Presupuesto a invertir – Disminución del consumo de electricidad*

ACCIONES	COSTO
Adquirir un motor para la desramadora, primer pulidor de piedra y segundo, primer pulidor de agua y segundo.	S/. 54000,00
cambiar el reactor de baja calidad de la Desramadora, primer abrillantador de	S/. 5000,00

piedra, segundo, primer abrillantador de agua y segundo.	
Total Parcial	S/. 59000.00

Nota: elaboración propia

Tabla 17: Presupuesto a invertir – Administración

ACCIONES	COSTO
Adquirir e instalar el sistema ECS	S/. 15000,00
Ajustar el sistema y configurar alertas y/o mecanismos de acción para los consumidores prioritarios.	S/. 5000,00
Total Parcial	S/. 20000.00

Nota: Elaboración propia

Evaluación Económica de Plan de Gestión

Reducir el consumo de energía genera ahorro económico. Las inversiones deben ser rentables, y tanto los costos como los beneficios deben reflejar la viabilidad financiera desde el comienzo del proyecto.

Este proyecto tiene los siguientes datos de ingresos.:

Tabla 18: Datos empleados para evaluación económica

Descripción	Datos financieros
k	12%
Inversión	S/. 87 000
Vida útil proyecto (años)	09

Nota: Elaboración propia

En la siguiente tabla, percibimos los ahorros al cambiar los motores estándar por motores de alta eficiencia:

Tabla 19: Economías por el cambio por motores de alta eficiencia de los motores estándar.

PROCESO	MAQUINA	MOTOR ACTUAL: ESTANDAR		MOTOR PROPUESTO: ALTA EFICIENCIA		Factor de carga	AP	Energía ahorrada	Ahorro al Año
		Potencia (kW)	Eficiencia	Potencia (kW)	Eficiencia			kW-h/día	S/.
Separación del grano de arroz y piedras	Destroncadora	75	78%	75	97%	97%	18.27	219.23	8208.0
Blanqueado horizontal	Primera pulidora de piedra	60	76%	60	95%	97%	15.32	183079	6881.1
Pulido por agua	Segunda pulidora de piedra	60	76%	60	95%	97%	15.32	183.79	6881.1

	Primera pulidora de agua	30	77%	30	94%	97%	6.83	82.02	3070.7
	Segunda pulidora de agua	30	77%	30	94%	97%	6.83	82.02	3070.7
							TOTAL	750.84	28111.60

NOTA: Elaborado por el autor

$\Delta P = \text{Potencia} * \text{factor de carga} (1/\text{eficiencia estándar} - 1/\text{alta eficiencia})$ **Ecuación 1:** Ahorro de Potencia Eléctrica

Energía Ahorrada = $\Delta P * \text{tiempo}$

Ecuación 2: Ahorro de Energía Eléctrica

donde el tiempo es 10 horas.

1 kW-h = S/. 0,50

Tabla 20: Ahorro (S/.) en 9 años

Ahorro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Empleo	97609.	97609.	97609.	97609.	97609.	97609.	97609.	97609.	97609.
reactores	7	7	7	7	7	7	7	7	7
eficientes									
Total Ahorro (S/.)	878487.5								

Nota: Elaborado por el autor

Actualizar los valores con tasas de descuento genera tres indicadores: VAN, Relación B/C y TIR.

Tabla 21: Evaluación Económica (S/.) en un periodo de 9 años

Descripción	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ingresos	0.00	97609.72	97609.72	97609.72	97609.7	97609.7	97609.7	97609.7	97609.7	97609.72
					2	2	2	2	2	
Empleo de motores eficientes		97609.72	97609.72	97609.72	97609.7	97609.7	97609.7	97609.7	97609.7	97609.72
					2	2	2	2	2	
Egresos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-12950.00
	87000.00	12950.00	12950.00	12950.00	12950.0	12950.0	12950.0	12950.0	12950.0	
					0	0	0	0	0	
Asesoría en ingeniería y capacitación	-	-8000.00	-8000.00	-8000.00	-8000.00	-8000.00	-8000.00	-8000.00	-8000.00	-8000.00
	87000.00									
Inversión tecnológica										

Depreciacion		-4950.00	-4950.00	-4950.00	-4950.00	-4950.00	-4950.00	-4950.00	-4950.00	-4950.00
Utilidad		84659.72	84659.72	84659.72	84659.7	84659.7	84659.7	84659.7	84659.7	84659.72
Bruta					2	2	2	2	2	
Impuestos		-	-	15238.75	15238.7	15238.7	15238.7	15238.7	15238.7	15238.75
		15238.75	15238.75		5	5	5	5	5	
Utilidad Neta		69420.97	69420.97	69420.97	69420.9	69420.9	69420.9	69420.9	69420.9	69420.97
					7	7	7	7	7	
Depreciación		4950.00	4950.00	4950.00	4950.00	4950.00	4950.00	4950.00	4950.00	4950.00
Valor residual										52250.00
reactores										44250.00
Sistema ECS										8000.00
Flujo de caja	-	74370.97	74370.97	74370.97	74370.9	74370.9	74370.9	74370.9	74370.9	126620.9
	87000.00				7	7	7	7	7	7

Nota: Elaborado por el autor

VAN:

El Valor Actual Neto es de S/. 328,108.97, lo que refleja que se generaron beneficios una vez cubiertos todos los costos, indicando la viabilidad de mejorar la eficiencia en el consumo de energía eléctrica.

TIR:

La Tasa Interna de Retorno es del 85%, mayor al costo del capital del 12%, generando beneficios.

Beneficio / Costo:

Es de 29.80 indica alta rentabilidad.

PRC:

Es de 1 años 2 meses.

Resumen.

Tabla 22: Resultados de la evaluación del proyecto

Descripción	Valor
Inversión	S/. -87000.00
Ahorro	S/. 878487.5
Valor Actual Neto	S/. 328108.97
Tasa Interna de Retorno	85%
Relación B/C	29.8
Periodo de Recuperación	1 año 2 meses

Nota: Elaboración propia

Finalmente, el nuevo ICE es:

Energía promedio al mes (kW-h)	67679.52
Producción promedio (qq/mes)	15389.59
ICE (kW-h/qq)	4.398

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

3.1. DISCUSION

El uso de energía es 5.57 kW-h/qq, frente a los 14.5 kW-h/m² reportados en una investigación anterior. Se sugieren tres iniciativas para disminuir el consumo de electricidad en las compañías: hábitos humanos, acciones técnicas y gestiones administrativas. Cada iniciativa incluye estrategias para optimizar el uso de la electricidad. Este resultado concuerda con lo presentado por Lluen Mejía en su trabajo de tesis sobre auditoría energética 18000.

La inversión que involucra asciende a S/. 87000, con lo que se tendría un ahorro de S/. 253004.39, en un tiempo de 9 años resulta un VAN de S/. 328108.97 y una TIR de 85%, resultado que no concuerda con el obtenido en la investigación desarrollada por Saldaña Vargas, 2020, en donde la inversión fue de S/. 352 135,80, en un tiempo de 20 años resulta un VAN de S/. 53258,6 y una TIR de 18%.

3.2. CONCLUSIONES

- El índice actual de uso de energía eléctrica es de 5.57 kW-h/qq.
- Se plantean tres programas para optimizar el consumo de electricidad en empresas: Conducta Humana, Acciones Técnicas y Gestión Administrativa.
- Se alcanzó un VAN de S/. 24,460.23, una TIR del 18%, una relación Beneficio/Costo (B/C) de 8.32 y un plazo de recobro de tres años y dos meses, de acuerdo a evaluación financiera.
- El ICE disminuyó a 4.39 kW-h/qq.

REFERENCIAS

- [1] N. Dkhili, J. Eynard, S. Thil y S. Grieu, A survey of modelling and smart management tools for power grids with prolific distributed generation, Francia: Sustainable Energy, Grids and Networks, 2020.
- [2] J. D. Mercado-Bautista, B. F. Chere-Quiñónez y A. J. Martínez-Peralta, Impactos de la generación distribuida en la red inteligente: un análisis documental, Ecuador: Instituto de Posgrado de la Universidad Técnica de Manabí-Ecuador, 2022.
- [3] P. Gamio Aita, LA REFORMA PENDIENTE EN ENERGÍA: GENERACIÓN DISTRIBUIDA, Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2022.
- [4] B. M. Cárdenas Ayala, AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE LA EMPRESA ECUATORIANA DE ARTEFACTOS S.A. "ECASA", Ecuador: Escuela Politécnica del Ecuador, 2019.
- [5] C. Y. Olivas Lira, O. M. Santamaria Aguilar y W. J. Dimas Ruiz, Implementación de Auditoría Energética en "El Mini Hotel y Cafetín Central" de la ciudad de Bluefields en el año 2017-2018, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2019.
- [6] E. A. Figueroa Barrionuevo, AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS ADMINISTRATIVO Y DOCENTE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2019.
- [7] K. Antón Bazán y F. Bautista Neyra, AUDITORÍA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA LA EMPRESA MOLINERA DE ARROZ VALLE DORADO S.A.C EN LA CIUDAD DE JAÉN – PERÚ – 2020, Jaén, Perú: Universidad Nacional de Jaén, 2020.
- [8] H. A. Sáenz Vásquez, Auditoría Energética para disminuir el gasto de energía eléctrica en la Planta de Procesamiento de Harina de Pota, Piura 2018, Chiclayo, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2019.
- [9] R. J. Saldaña Vargas, AUDITORIA ENERGÉTICA PARA REDUCIR EL ÍNDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO EN EL MOLINO LOS COCOS, JAÉN, Chiclayo, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- [10] J. L. Campos More, AUDITORÍA ENERGÉTICA EN LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE KPMG PARA MEJORAR EL ÍNDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO, Chiclayo, Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2019.
- [11] A. E. Lluen Mejia, Auditoría energética para reducir el consumo eléctrico de la estación de bombeo N°1 de la empresa Epsel S.A., Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2019.
- [12] R. Guevara, Curso diagnósticos y racionalización de la energía Modulo I Unidad, España, 2018.

- [13] J. F. Gómez, «Eficiencia energética en el sector industrial,» 02 2021. [En línea]. Available: <https://www.orquestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orquestra/210005-Eficiencia-Energ%C3%A9tica-Sector-Industrial-INFORME-COMPLETO-.pdf>. [Último acceso: 02 11 2021].
- [14] P. Cruz, M. González , C. Panizza y B. Viene, «La matriz energética nacional un enfoque interdisciplinario,» 13 04 2012. [En línea]. [Último acceso: 02 11 2021].
- [15] Blacktogreen, «Auditoría energética: tipos y su alcance,» 18 Mayo 2017. [En línea]. Available: <https://blacktogreen.com/2017/05/tipos-auditoria-energetica/>.
- [16] OSINERGMIN, «Opciones tarifarias y condiciones de aplicación de las tarifas a usuarios finales,» 2005. [En línea]. Available: <https://www.osinergmin.gob.pe/Resoluciones/pdf/2005/OSINERG%20No.236-2005-OS-CD-Norma.pdf>.
- [17] Ministerio de energía y minas, «Código nacional de electricidad,» 2006. [En línea]. Available: <http://www.pqsperu.com/Descargas/NORMAS%20LEGALES/CNE.PDF>.

ANEXOS

Anexo 01: Fotografías de los Motores a ser reemplazados.

Figura 7: Destroncadora




Figura 8: Pulidora de piedra



Figura 9: Pulidora de agua



Anexo 02: Catálogo de motores de alta eficiencia.

HOJA DE DATOS					
Motor Trifásico de Inducción - Rotor de Jaula					
Cliente :					
Línea del producto : IR3 Premium Trifásico		Código del producto :	11186943		
Carcasa	: 225S/M	Tiempo de rotor bloqueado	: 21s (frío) 12s (caliente)		
Potencia	: 55 kW (75 HP-cv)	Elevación de temperatura	: 80 K		
Polos	: 2	Régimen de servicio	: S1		
Frecuencia	: 60 Hz	Temperatura ambiente	: -20°C hasta +40°C		
Tensión nominal	: 220/380/440 V	Altitud	: 1000 m		
Corriente nominal	: 173/100/86.6 A	Grado de protección	: IPW66		
Corriente de arranque	: 1472/852/736 A	Método de refrigeración	: IC411 - TFVE		
Ip/In	: 8.5	Forma constructiva	: B3D		
Corriente en vacío	: 52.0/30.1/26.0 A	Sentido de giro ¹	: Ambos		
Rotación nominal	: 3565 rpm	Nivel de ruido ²	: 79.0 dB(A)		
Resbalamiento	: 0.97 %	Método de Arranque	: Partida directa		
Torque nominal	: 147 Nm	Masa aproximada ³	: 406 kg		
Torque de arranque	: 290 %				
Torque máximo	: 330 %				
Clase de aislamiento	: F				
Factor de servicio	: 1.25				
Momento de inercia (J)	: 0.3251 kgm ²				
Categoría	: N				
Potencia	50%	75%	100%		
Rendimiento (%)	92.0	93.0	93.6		
Cos Φ	0.78	0.85	0.89		
Fuerzas en la fundación					
Tracción máxima			: 3474 N		
Compresión máxima			: 7457 N		
Tipo de cojinete	:	Delantero 6314 C3	Trasero 6314 C3		
Sello	:	Laberinto W3 Seal	Laberinto W3 Seal		
Intervalo de lubricación	:	4000 h	4000 h		
Cantidad de lubricante	:	27 g	27 g		
Tipo de lubricante	:	Mobil Polyrex EM			
Notas					
Esta revisión substitui y cancela la anterior, la cual deberá ser eliminada. (1) Mirando la punta delantera del eje del motor. (2) Medido a 1m y con tolerancia de +3dB(A). (3) Masa aproximada sujetos a cambios después del proceso de fabricación. (4) A) 100% de la carga completa.		Los valores indicados son valores promedio con base en ensayos y para alimentación en red senoidal, sujetos a las tolerancias de la norma ABNT NBR 17094.			
Rev.	Resumen de los cambios		Ejecutado	Verificado	Fecha
Ejecutor					
Verificador				Página	Revisión
Fecha	14/11/2022			1 / 6	

Propiedad de WEG S/A. Prohibida la reproducción sin permiso.
Sujeto a cambios sin previo aviso

HOJA DE DATOS

Motor Trifásico de Inducción - Rotor de Jaula



Cliente :					
Línea del producto : IR3 Premium Trifásico		Código del producto :		12813945	
Carcasa	: 200M	Tiempo de rotor bloqueado	: 25s (frío) 14s (caliente)		
Potencia	: 30 kW (40 HP-cv)	Elevación de temperatura	: 80 K		
Polos	: 2	Régimen de servicio	: S1		
Frecuencia	: 60 Hz	Temperatura ambiente	: -20°C hasta +40°C		
Tensión nominal	: 220/380 V	Altitud	: 1000 m		
Corriente nominal	: 99.0/57.3 A	Grado de protección	: IPW55		
Corriente de arranque	: 663/384 A	Método de refrigeración	: IC411 - TFVE		
Ip/In	: 6.7	Forma constructiva	: B34D		
Corriente en vacío	: 35.0/20.3 A	Sentido de giro ¹	: Ambos		
Rotación nominal	: 3560 rpm	Nivel de ruido ²	: 76.0 dB(A)		
Resbalamiento	: 1.11 %	Método de Arranque	: Partida directa		
Torque nominal	: 80.4 Nm	Masa aproximada ³	: 222 kg		
Torque de arranque	: 280 %				
Torque máximo	: 270 %				
Clase de aislamiento	: F				
Factor de servicio	: 1.25				
Momento de inercia (J)	: 0.1703 kgm ²				
Categoría	: N				
Potencia	50%	75%	100%	Fuerzas en la fundación	
Rendimiento (%)	91.2	91.7	92.4	Tracción máxima : 1646 N	
Cos Φ	0.74	0.83	0.86	Compresión máxima : 3822 N	
Tipo de cojinete		Delantero 6312 ZZ C3	Trasero 6212 ZZ C3		
Sello		V'Ring	V'Ring		
Intervalo de lubricación		-	-		
Cantidad de lubricante		-	-		
Tipo de lubricante		Mobil Polyrex EM			
Notas					
<p>Esta revisión substitui y cancela la anterior, la cual deberá ser eliminada.</p> <p>(1) Mirando la punta delantera del eje del motor.</p> <p>(2) Medido a 1m y con tolerancia de +3dB(A).</p> <p>(3) Masa aproximada sujetos a cambios después del proceso de fabricación.</p> <p>(4) Al 100% de la carga completa.</p>			<p>Los valores indicados son valores promedio con base en ensayos y para alimentación en red senoidal, sujetos a las tolerancias de la norma ABNT NBR 17094.</p>		
Rev.	Resumen de los cambios		Ejecutado	Verificado	Fecha
Ejecutor					
Verificador				Página	Revisión
Fecha	14/11/2022			1 / 5	

HOJA DE DATOS



Motor Trifásico de Inducción - Rotor de Jaula

Cliente :													
Línea del producto : IR3 Premium Trifásico	Código del producto : 13516406												
Carcasa : 250S/M Potencia : 75 kW (100 HP-cv) Polos : 2 Frecuencia : 60 Hz Tensión nominal : 220/380/440 V Corriente nominal : 236/137/118 A Corriente de arranque : 1770/1025/885 A Ip/In : 7.5 Corriente en vacío : 66.0/38.2/33.0 A Rotación nominal : 3555 rpm Resbalamiento : 1.25 % Torque nominal : 202 Nm Torque de arranque : 260 % Torque máximo : 300 % Clase de aislamiento : F Factor de servicio : 1.00 Momento de inercia (J) : 0.4366 kgm² Categoría : N	Tiempo de rotor bloqueado : 18s (frío) 10s (caliente) Elevación de temperatura : 80 K Régimen de servicio : S1 Temperatura ambiente : -20°C hasta +40°C Altitud : 1000 m Grado de protección : IPW55 Método de refrigeración : IC411 - TFVE Forma constructiva : B34D Sentido de giro¹ : Ambos Nivel de ruido² : 79.0 dB(A) Método de Arranque : Partida directa Masa aproximada³ : 610 kg												
Potencia 50% 75% 100% Rendimiento (%) 94.0 94.8 94.9 Cos Φ 0.81 0.86 0.88	Fuerzas en la fundación Tracción máxima : 2966 N Compresión máxima : 8950 N												
Tipo de cojinete : Sello : Intervalo de lubricación : Cantidad de lubricante : Tipo de lubricante :	<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;"><u>Delantero</u></td> <td style="text-align: center;"><u>Trasero</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6314 C3</td> <td style="text-align: center;">6314 C3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">retentor de vitón</td> <td style="text-align: center;">Retentor de vitón</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4000 h</td> <td style="text-align: center;">4000 h</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">27 g</td> <td style="text-align: center;">27 g</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Mobil Polyrex EM</td> </tr> </table>	<u>Delantero</u>	<u>Trasero</u>	6314 C3	6314 C3	retentor de vitón	Retentor de vitón	4000 h	4000 h	27 g	27 g	Mobil Polyrex EM	
<u>Delantero</u>	<u>Trasero</u>												
6314 C3	6314 C3												
retentor de vitón	Retentor de vitón												
4000 h	4000 h												
27 g	27 g												
Mobil Polyrex EM													
Notas													
Esta revisión substitui y cancela la anterior, la cual deberá ser eliminada. (1) Mirando la punta delantera del eje del motor. (2) Medido a 1m y con tolerancia de +3dB(A). (3) Masa aproximada sujetos a cambios después del proceso de fabricación. (4) Al 100% de la carga completa.	Los valores indicados son valores promedio con base en ensayos y para alimentación en red senoidal, sujetos a las tolerancias de la norma ABNT NBR 17094.												
Rev.	Resumen de los cambios	Ejecutado	Verificado	Fecha									
Ejecutor													
Verificador			Página	Revisión									
Fecha	14/11/2022		1 / 6										

NOMBRE DEL TRABAJO

AUDITORÍA ENERGÉTICA ELÉCTRICA PARA OPTIMIZAR EL ÍNDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO ELÉCTRICO DE LA PILADO

AUTOR

OSCAR JHAIR Y JOSE LUIS AQUINO PEREZ Y VILLALOBOS GOICOCHEA

RECUENTO DE PALABRAS

5673 Words

RECUENTO DE CARACTERES

30919 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

45 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

318.2KB

FECHA DE ENTREGA

Sep 24, 2024 3:44 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 24, 2024 3:45 AM GMT-5**● 15% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)



**ACTA DE CONTROL DE REVISIÓN DE
SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN**

Código:	F3.PP2-PR.02
Versión:	02
Fecha:	18/04/2024
Hoja:	1 de 1

Yo, **Silvia Yvone Gastiaturú Morales**, Coordinadora de Investigación del Programa de Estudios de Ingeniería Mecánica Eléctrica, he realizado el control de originalidad de la investigación, el mismo que está dentro de los porcentajes establecidos para el nivel de Pregrado, según la Directiva de similitud vigente en USS; además certifico que la versión que hace entrega es la versión final de la Trabajo de Investigación titulado: **AUDITORÍA ENERGÉTICA ELÉCTRICA PARA OPTIMIZAR EL ÍNDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO ELÉCTRICO DE LA PILADORA DOÑA CARMELA** elaborado por el (los) Bachiller(es):

AQUINO PEREZ OSCAR JHAIR

VILLALOBOS GOICOCHEA JOSE LUIS

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del **15%**, verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN.

Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva sobre índice de similitud de los productos académicos y de investigación vigente.

Pimentel, 24 de setiembre de 2024

Dra. Gastiaturú Morales Silvia Yvone

Coordinador de Investigación

DNI N° 16481433