



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**“Implementación de procedimientos de la Norma ISO 50001 para
optimizar el consumo de energía eléctrica en Molinera el Centro
S.C.R.L Lambayeque – Perú 2019”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista**

AUTOR:

Salinas Centurión, Rolando (ORCID: 0000-0001-5561-5991)

ASESOR:

Dr. Carranza Montenegro, Daniel (ORCID: 0000-0001-6743-6915)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas y Planes de Mantenimiento

CHICLAYO - PERÚ

2020

DEDICATORIA

Al todopoderoso por encaminarme por el sendero correcto para llegar a la meta y darme la oportunidad de poder alcanzar el éxito, y lo más importante tener una familia que lo es todo en la vida.

A mi esposa mis hijos, hermanos a mi cuñado por la oportunidad por ser personas únicas en mi vida a los que siempre quiero con todo el corazón, por tenerme paciencia y aconsejarme cada día de mi vida siempre con frases positivas.

Salinas Rolando.

AGRADECIMIENTO

A Dios a mi familia por todo el apoyo brindado durante toda esta formación académica. A mis docentes y asesores por sus consejos, apoyo y colaboración la realización de mi proyecto de investigación y así mismo por las enseñanzas brindadas.

El autor.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	14
3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	14
3.2 Variables y operacionalización.....	14
3.3 Población, Muestra y muestreo.....	14
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5 Procedimientos.....	15
3.6 Método de análisis de datos.....	15
3.7 Aspectos éticos.....	16
IV RESULTADOS.....	17
V DISCUSION:.....	64
VI CONCLUSIONES:	67
VII RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS	69
ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Registros Históricos de Consumo de Energía Eléctrica.....	21
Tabla 2: Equipos Línea de Producción 1.....	27
Tabla 3: Equipos Línea de Producción 2.....	28
Tabla 4: Potencia Instalada en Líneas de Producción.....	28
Tabla 5: Producción de Arroz Pilado.....	29
Tabla 6: Índice de Consumo Eléctrico para pilado de arroz.....	32
Tabla 7. Históricos anuales de consumo de energía y máxima demanda.....	39
Tabla 8: Proyección del consumo de energía.....	40
Tabla 9: Proyección de Máxima demanda.....	41
Tabla 10: Reducción de Tiempo de funcionamiento por uso de variador de frecuencia en Línea de Producción 1.....	42
Tabla 11: Reducción de Tiempo de funcionamiento por uso de variador de frecuencia en Línea de Producción 2.....	42
Tabla 12: Se muestra el ahorro energético por la disminución del número de horas en las dos líneas de producción.....	45
Tabla 13: Resultados de Mediciones de nivel de tensión.....	47
Tabla 14: Cálculo de la Pérdida de potencia y energía activa en conductores.....	49
Tabla 15: Caída de Tensión.....	51
Tabla 16. Medición de Intensidad de corriente eléctrica y Factor de Potencia.....	53
Tabla 17. Cálculo de la Potencia Activa que requiere cada motor eléctrico.....	55
Tabla 18. Selección de Motores Eléctricos sub dimensionados.....	57
Tabla 19. Inversión Inicial.....	58
Tabla 20. Ingresos estimados del Proyecto.....	59
Tabla 21 . Flujo de Caja de Proyecto.....	60
Tabla 22. Cálculo del Valor Actual Neto.....	62
Tabla 23. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

figura 1 Sistema de Gestión basado en ISO 50001 FUENTE ISO.....	8
figura 2 Sistema integrado de la calidad. Fuente; Acoltzi (2016).....	9
figura 3 Curva de evolución de los costos de la gestión energética sistematizada. Fuente: Mendieta (2014)	10
figura 4 Curva de evolución de los costos de la gestión energética no sistematizada. Mendieta (2014)	10
figura 5 Estructura Organizacional Norma SGESGE 21. Sistema de Gestión Ética y Socialmente Responsable Autor: Forética.	11
figura 6 Comportamiento del sistema de gestión. Fuente: http://guiaiso50001.cl/iso-50001	12
figura 7 Proceso Productivo del Arroz Pilado. FUENTE GOOGLE	17
figura 8 Cuadros de evolución de consumo de Energía Activa KW-H,.....	23
figura 9 Cuadros de evolución de consumo de Energía Reactiva KVAR-h.....	23
figura 10 Cuadros de evolución de consumo de Demanda KW Horas Fuera de Punta....	23
figura 11 Demanda en KW, en horas punta y fuera de punta.	24
figura 12 Consumo de energía activa (KW), en horas punta, fuera de punta y total.	25
figura 13 Evolución de consumo de energía reactiva, en KVAR-h.....	26
figura 14 Consumo de energía reactiva vs consumo de energía activa total.	26
figura 15 Evolución de niveles de procesamiento de arroz pilado.....	31
figura 16 Evolución del ICE. Molino el Centro SCRL.....	34
figura 17 Organigrama de la Empresa Molino El Centro	36
figura 18 Tendencia del consumo de energía eléctrica 2012 – 2019.....	39
figura 19 Tendencia de la Máxima Demanda KW.....	39
figura 20 Sistema de Mando para activación de PLC de variadores de Frecuencia.	43
figura 21 Sistema de fuerza de instalación de motores con sus respectivos variadores de frecuencia.	44
figura 22 Ficha Técnica Pinza Amperimétrica. Fuente: catalogo PR-202A PRASEK PR 202a	46
figura 23 Comparación potencia activa instalada con potencia activa requerida, línea de producción 1.	56
figura 24 Comparación potencia activa instalada con potencia activa requerida, línea de producción 2	56

RESUMEN

La presente investigación denominada: “IMPLEMENTACION DE PROCEDIMIENTOS DE LA NORMA ISO 50001 PARA OPTIMIZAR EL CONSUMO DE ENERGIA ELÉCTRICA EN MOLINERA EL CENTRO S.C.R.L LAMBAYEQUE – PERÚ 2019”, tiene como objeto de estudio la optimización del uso de la energía eléctrica en los motores eléctricos de las líneas de producción del Molino el Centro, con procedimientos que establece la norma ISO 50001, en cuánto a la gestión de la energía.

Se inició la investigación en principio, haciendo el diagnóstico de la situación actual del consumo de energía eléctrica y los niveles de producción de pilado de arroz, determinándose el valor del índice de consumo eléctrico, con los valores históricos de consumo eléctrico y los niveles de producción de pilado de arroz.

Luego se hizo el análisis de los procedimientos de la norma ISO 50001 y se adecuó a las instalaciones del Molino el Centro, siendo el establecimientos de 7 políticas energéticas, la planificación energética y la asignación de un gestor energético, para las labores de planificación, ejecución y verificación de las propuestas.

Así mismo se planteó el equipamiento en las instalaciones del molino con el fin de optimizar el consumo energía eléctrica en los motores eléctricos que activan los mecanismos del proceso productivo en la Molinera el Centro, utilización de variadores de Velocidad, la Corrección de la caída de tensión y el cambio de motores eléctricos, de acuerdo a la relación de la potencia requerida y la potencia activa instalada.

Finalmente se hizo la evaluación económica, utilizando indicadores económicos, tales como el valor actual neto, la tasa interna de retorno y la relación beneficio costo, a fin de determinar la viabilidad de la propuesta.

Palabras claves: Norma ISO 50001, Políticas energéticas, planificación energética, optimización del consumo de energía eléctrica.

ABSTRACT

The present investigation called: "IMPLEMENTATION OF PROCEDURES OF THE ISO 50001 STANDARD TO OPTIMIZE THE CONSUMPTION OF ELECTRIC ENERGY IN MOLINERA EL CENTRO SCRL LAMBAYEQUE - PERU 2019", aims to study the optimization of the use of electrical energy in electric motors the production lines of the Molino el Centro, with procedures established by the ISO 50001 standard, regarding energy management.

The investigation began in principle, making the diagnosis of the current situation of the consumption of electrical energy and the levels of production of rice pillars, determining the value of the index of electrical consumption, with the historical values of electrical consumption and production levels. Of pilar de arroz.

Then the analysis of the procedures of the ISO 50001 standard was made and the Center's facilities were adapted to the facilities of the Mill, being the establishments of 7 energy policies, energy planning and the assignment of an energy manager, for planning, execution and verification of proposals.

Likewise, the equipment in the mill facilities was proposed in order to optimize the electrical energy consumption in the electric motors that activate the mechanisms of the production process in the Molinera el Centro, use of variable speed drives, the correction of the voltage drop and the change of electric motors, according to the ratio of the required power and the installed active power.

Finally, the economic evaluation was made, using economic indicators, such as the net present value, the internal rate of return and the benefit-cost ratio, in order to determine the viability of the proposal.

Keywords: ISO 50001 Standard, Energy policies, energy planning, optimization of electrical energy consumption.

I. INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica en el sector agroindustrial y específicamente en los Molinos de Arroz, constituyen un insumo que influye en los costos operativos de la empresa; y ésta realidad se presenta en la empresa MOLINERA EL CENTRO ubicada en la Localidad de Lambayeque. El servicio de pilado de arroz utiliza energía eléctrica para el procesamiento del arroz, desde su ingreso a la planta, hasta su despacho final, y se evidencia que la facturación eléctrica varía constantemente, y no necesariamente en la misma relación a la variación de los niveles de producción de pilado de diferentes variedades de arroz.

Molicentro S.C.R.L., se constituyó en el año 2000, se encuentra ubicado en el Km. 776 de la carretera Panamericana Norte – Lambayeque. Molicentro S.C.R.Ltda. Se dedica al acopio de arroz en cáscara, pilado, selección (extra-corriente), envasado y comercialización del mismo en sus diferentes variedades como son: Arroz en línea, Capirona, Moro, Tinajones, Amazonas, Nir, entre otras. En el molino en estudio, se ha detectado problemas como: fuentes de energía obsoletas o con sistemas de funcionamiento con baja eficiencia; instalaciones y equipos existentes, con fallas, realizando mediciones y registros de sus parámetros principales de funcionamiento, así como un fuerte gasto energético que incide en las utilidades de la empresa.

En un análisis de la situación problemática, se ha detectado un **uso Inadecuado de la Energía en Motores**: Se reparan motores sin llevar un registro adecuado, la cual contribuye a incrementar la incertidumbre acerca de las pérdidas de eficiencia que la unidad tiene acumulada; asimismo, algunos motores se encuentran trabajando sin carga; en la **Iluminación**: Se mantienen encendidas las lámparas durante horas de descanso del personal, se mantienen encendidas las lámparas en las zonas de almacenes sin personal en el interior, se sobre ilumina innecesariamente algunas áreas, no se retiran las lámparas quemadas de las

luminarias, ocasionando un consumo innecesario de energía (reactor), los fluorescentes T12 usan los balastros convencionales; en cuanto a los **Sistemas eléctricos se ha detectado la falta** de diagramas unifilares y el transformador opera con baja carga.

Las norma ISO 50001, es aplicable a la instalación del molino de arroz, porque implica gestionar la energía eléctrica de manera eficiente en el cual el involucramiento del personal de la administración general de la empresa, personal mecánico, operario, proveedores, manejan indicadores con tendencia a que los consumos de energía esté dentro de las políticas en el ámbito energético que la empresa plantea.

La presente investigación tiene como formulación de problema: ¿En qué medida la Implementación de procedimientos de la norma ISO 50001 permitirá optimizar consumo de energía eléctrica en Molinera El Centro S.C.R.L Lambayeque Perú 2019?

Como también las siguientes preguntas específicas: ¿De qué manera analizar la estructura organizacional, técnica y funcional del molino en estudio?, ¿Cómo realizar un análisis energético del molino en estudio?, ¿Cómo desarrollar la planificación energética según los lineamientos de la Norma ISO 50001? y ¿Es factible realizar un estudio costo – beneficio del sistema de gestión energética?

La justificación de esta investigación, en el aspecto teórico se da porque los conocimientos guardan relación, para la solución de problemas presentados en la organización, debemos de tener en cuenta la importancia de conocer los procedimientos tal cual las normas internacionales especifican, para un buen desempeño del servicio en relación a la empresa, las teorías en un contexto amplio de los temas de estudio que están al alcance de cada colaborador siendo eficientes en la gestión, generando beneficios para la empresa.

Justificación Académica: Al implementar el procedimiento de la Norma ISO 50001, aplicación de procedimientos, técnicas y herramientas con el fin de mejorar

la gestión energética, para reducir el consumo energético, ayudando a la conservación ambiental y sostenibilidad del planeta.

Justificación Económica: Mediante la aplicación de la Norma ISO 50001, se logrará reducir el consumo de energía eléctrica por lo tanto se reducirán los costos en este rubro, En consecuencia habrá una rentabilidad económica y una eficiencia ambiental.

Justificación Ambiental: Aplicando la norma 50001 para optimizar el consumo de energía eléctrica ayudara a la conservación ambiental y sostenibilidad del planeta.

Justificación Social: Se realizara un uso sostenible y la utilización de la energía concientizando al personal el uso razonable de la misma.

Teniendo como hipótesis general la siguiente:

La Implementación de procedimientos la norma ISO 50001 permitirá optimizar el consumo de energía eléctrica en la empresa Molinera El Centro S.C.R.L.

Planteando el siguiente objetivo general:

Realizar Implementación de Procedimientos de la norma ISO 50001 para optimizar el consumo de energía eléctrica en la empresa Molinera El Centro S.C.R.L.

Como también los siguientes objetivos específicos:

- a) Realizar un diagnóstico de la situación actual del consumo de energía eléctrica y los niveles de producción de pilado de arroz.
- b) Analizar procedimientos de la norma 50001 y adecuarlas a la Molinera en mención.
- c) Realizar propuestas establecidas en la norma ISO 50001, para proyectar lo consumos de energía eléctrica.
- d) Hacer una evaluación económica de la implementación de la norma ISO 50001 en la Molinera El Centro SCRL.

II. MARCO TEÓRICO

Investigaciones en lo referente a implementación de la norma ISO 50001, a instalaciones agroindustriales, tienen como objeto de estudio la adecuación de la realidad funcional de las empresas en el aspecto administrativo y funcional; la elaboración de políticas energéticas que se planifican, ejecutan y verifican, con diferentes matices de aplicación, son aspectos que se han recogido de éstas investigaciones, y que han permitido correlacionar planes y acciones a implementar en la Molinera el Centro, entre los estudios se menciona:

(Incio. W, 2019) en su investigación “Sistema de gestión energética basado en ISO 50001 para mejorar la eficiencia energética del Molino El Agricultor”, en la Universidad César Vallejo, en una de sus conclusiones menciona que el ahorro de energía eléctrica se estableció en tres zonas el área de motores cambiando los motores del subproceso de pulido que tiene una incidencia en el consumo total de la empresa del 50%, bajando de una potencia de 134.6 HP a una potencia de 129.19 HP y el aumento del banco de condensadores que requeriría para tener un consumo del 4% de la energía activa el aumentar 2 condensadores de 30 kVAR aunque después en el análisis económico por el pliego tarifario que tiene el molino solo el aumento de un condensadores será suficiente, se planteó también el cambio de iluminación para reducir el consumo de 2.31 kW a 1.31 kW.

En ésta investigación, se resalta la forma de la división de los consumidores de energía eléctrica por línea de producción, es decir tienen equipos operando con un sobredimensionamiento, que hace que opere a bajo porcentaje de plena carga, y por lo consiguiente valores de baja eficiencia, alto consumo de energía eléctrica.

(Urdiales. C, 2016) en el trabajo denominado “Diseño de un sistema de gestión energética basado en la norma ISO 50001 de eficiencia energética en continental Tire andina”, en la ciudad de Cuenca Ecuador.

En la investigación realizada, en la planta de fabricación de neumáticos, ubicada en la zona industrial de la ciudad de Cuenca en Ecuador, está enmarcado en las políticas de innovación que la empresa promueve. Una de las actividades para el logro de los objetivos trazados es la planificación y el diseño de un sistema de gestión de la energía, para la maquinaria de los procesos de fabricación de neumáticos de diferentes características y dimensiones.

Se hizo la propuesta, identificando las posibilidades de mejora en el funcionamiento de sus instalaciones, tanto eléctricos, térmicos, de aire acondicionado, en el sistema de aire comprimido así como también en el agua de enfriamiento, en las dos líneas de producción de la empresa.

Se elaboró políticas energéticas, a corto, mediano y largo plazo, teniendo como visión la disminución del consumo de energía eléctrica de los motores de los procesos productivos en las líneas de producción. Así mismo se siguió la metodología que establece la norma ISO 50001, en cuanto a la planificación energética.

Esta investigación planifica y diseña un sistema de gestión energética, basado en la búsqueda de mejora en el funcionamiento de sus equipos en cuanto a su eficiencia energética, y su influencia en el consumo general de toda la instalación industrial.

Chumacero, J. y Paredes A. (2019), en su investigación titulada: Evaluación Mediante Auditoría Energética del Sistema Eléctrico en el Campus de la Universidad Nacional de Jaén.

La investigación estuvo centrada en la evaluación del consumo de la energía eléctrica mediante la aplicación de una auditoría energética en el local de la Universidad Nacional de Jaén, la cual es de construcción moderna, sin embargo presenta falencias en su aspecto constructivo de las instalaciones eléctricas en los diferentes pabellones de aulas, así como de los laboratorios.

Se hizo el diagnóstico de la situación actual, con la elaboración del registro de las cargas eléctricas, en cada uno de los ambientes, registrando el valor de la potencia instalada, así como de las horas promedio de funcionamiento. Se determinó el valor de la eficiencia de cada uno de ellos, en función a las mediciones de los parámetros eléctricos, así como de la respuesta que presenta cada equipo cuando está sometido a diferentes condiciones de funcionamiento.

El registro de la información se hizo haciendo el recorrido de las instalaciones de la universidad, estableciéndose un protocolo de toma de datos, en el cual se tuvo acceso a la placa de cada carga eléctrica, y de las especificaciones técnicas que se tienen en el área de patrimonio de la Institución.

La evaluación del funcionamiento del aire acondicionado se hizo utilizando el software TECNO CLIMA 2.0. y se evidenció que el sobredimensionamiento de los equipos de aire acondicionado es la causa del alto consumo de energía eléctrica. El cálculo del dimensionamiento del sistema de aire acondicionado se hizo con el análisis de las cargas térmicas en cada uno de los ambientes en donde se encuentran los equipos instalados.

Lo relevante de dichos estudios es la forma de la obtención de la información, de los consumos de energía eléctrica de cada uno de los equipos, y la forma gradual de la reposición de éstos, cuando ya no están operativos.

Tapia L. y Gonzales J. (2017) afirman en su investigación denominada: “Reducción del índice del consumo energético en una fábrica de hielo en la ciudad de Chiclayo”, teniendo como objeto de estudio el análisis de los consumos de energía eléctrica de sus instalaciones de acuerdo a los niveles de producción de hielo en sus diferentes presentaciones.

El estudio se inició realizando un diagnóstico de la situación actual de las instalaciones del proceso de elaboración del hielo, en la fábrica de hielo Sarita Colonia SAC, es decir de los sistemas de enfriamiento por compresión de vapor.

Se hizo las mediciones de los parámetros eléctricos, como son de la tensión e intensidad de corriente eléctrica de cada uno de los elementos del sistema de compresión de vapor, como es en el compresor, evaporador, condensador, sistemas de lubricación, transporte de hielo, bomba de agua.

Según el contrato que tiene la empresa con el concesionario de energía eléctrica, está calificado como cliente en horas punta, debido a que las operaciones se realizan las 24 horas del día. Se elaboró el índice de consumo eléctrico de la instalaciones, en función a los registros de consumos de energía eléctrica en los últimos 24 meses, notando cierto incremento en los meses de diciembre a Marzo, debido a la estación de verano, en el cual se tiene mayor demanda de venta de hielo.

Dentro de las propuestas, se tiene:

- a) Instalación de banco de condensadores, con la finalidad de eliminar el pago por concepto de energía reactiva.
- b) Verificación del dimensionamiento de cada elemento del sistema de refrigeración por compresión de vapor.
- c) Cálculo del calibre de los conductores eléctricos de los motores eléctricos del compresor de vapor del sistema.
- d) Modificación del pliego tarifario, de MT3 a MT2.

- e) Elaboración de formatos para el registro del índice de consumo eléctrico, para el análisis por las áreas de administración, producción y mantenimiento de la empresa.

La relevancia de éste estudio que se aplica a la investigación, es la forma de la determinación del índice de consumo eléctrico (ICE), de la cantidad de energía eléctrica por cada unidad de producción, así como también la adopción de estrategias para tener indicadores de excelencia energética.

En ésta investigación se resalta las propuestas de mejora a diferentes plazos, y la identificación del mayor equipo con la más baja eficiencia para su reposición gradual de sus componentes.

La norma ISO 50001, está enmarcada en sistemas de gestión de energía, y busca proveer una estructura de sistemas y procesos necesario para la mejora del desempeño energético, incluyendo la eficiencia, uso y consumo de la energía. (Hernández, 2016, p.21).

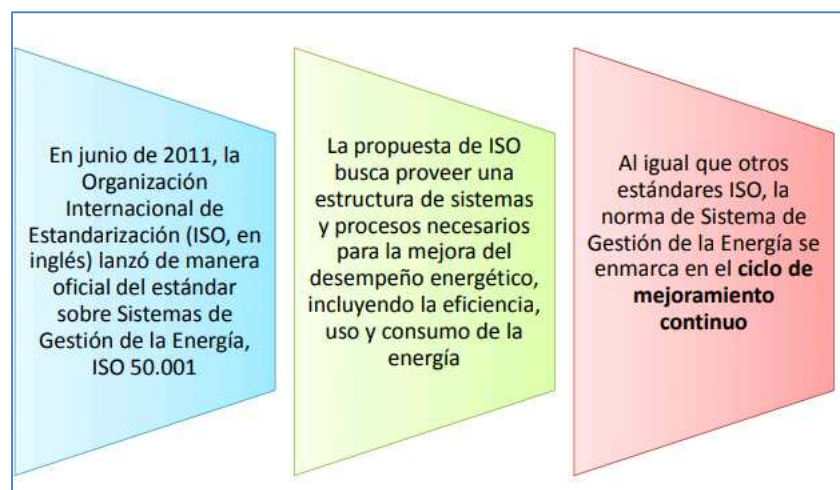


figura 1 Sistema de Gestión basado en ISO 50001 FUENTE ISO

Un Sistema de Gestión Energética, involucra a la Gestión Energética como la necesidad de gestionar o administrar la energía, busca racionalizar el uso de la misma a escala de todas las organizaciones, independientemente de su tipo o tamaño, debido a los factores económicos, políticos, sociales y ambientales; que esta acarrea, Mapfre (2011).

Un sistema de gestión de la energía, busca integrar toda el área de la empresa, tanto del área de administración, mantenimiento, producción, proveedores y gerencia. (Acoltzi, 2016, p.13).



figura 2 Sistema integrado de la calidad. Fuente; Acoltzi (2016)

El sistema integrado de la calidad, abarca la gestión de la calidad, la gestión ambiental y la gestión energética. La gestión energética abarca todos los estamentos de la empresa. Las empresas designan presupuesto para la implementación del sistema de gestión energética, basada en la norma ISO 50001, y tiene como líneas bases:

- a) Políticas energéticas.
- b) Planificación.
- c) Ejecución.
- d) Verificación.

La gestión de la energía lo que busca es que la energía que se utiliza en el proceso productivo, se optimice de acuerdo a los niveles de producción, así como también de la tecnología existente, los planes de mantenimiento, la innovación de la instalaciones, las inversiones para la renovación, la inversión en la capacitación. (Olivares, 2018, p.22).

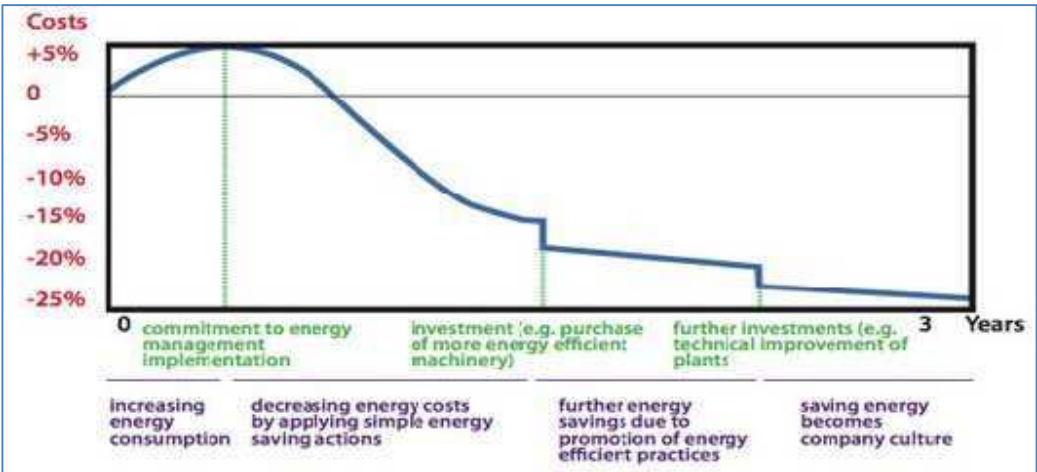


figura 3 Curva de evolución de los costos de la gestión energética sistematizada. Fuente: Mendieta (2014)

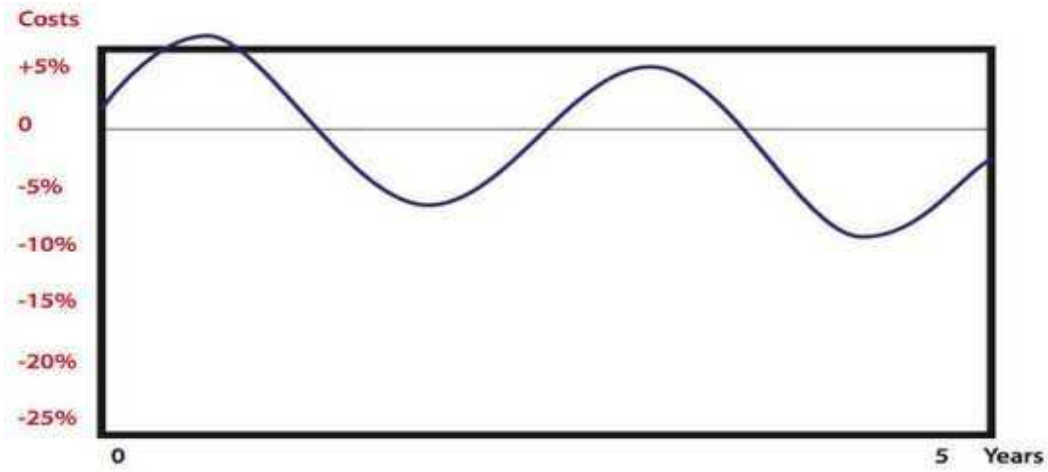
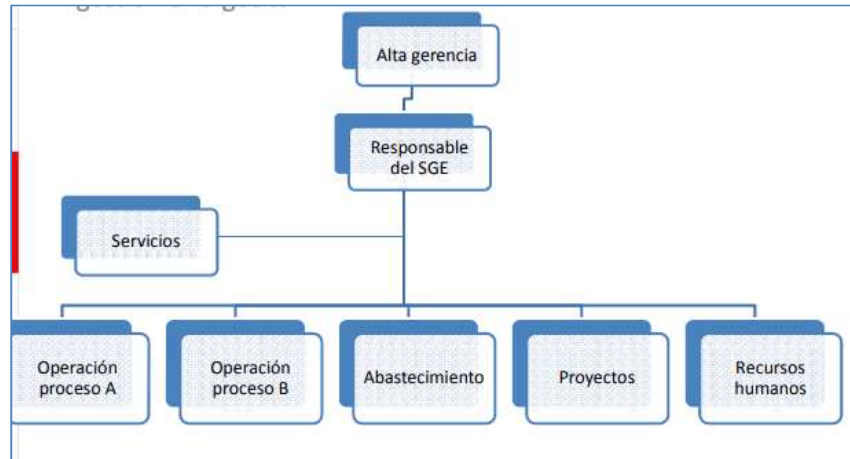


figura 4 Curva de evolución de los costos de la gestión energética no sistematizada. Mendieta (2014)



Fuente: Forética.

figura 5 Estructura Organizacional Norma SGESGE 21. Sistema de Gestión Ética y Socialmente Responsable Autor: Forética.

Un SGE, permite a una organización alcanzar sus compromisos de política, tomar las medidas necesarias para mejorar su eficiencia energética y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta Norma Internacional, la norma ISO 50001, contempla: (Mejía, 2015, p.5).

La norma ISO 50001, se sustenta en cuatro acciones:

- Planificar: Establecer las políticas de la empresa en cuanto a la utilización de la energía para a activación de sus instalaciones industriales.
- Hacer: Ejecutar lo planificado.
- Verificar: Hacer un monitoreo frecuente del cumplimiento de la ejecución de las estrategias de optimización del consumo de la energía.
- Actuar: Tomar acciones para mejorar continuamente la eficiencia energética y el SGE.

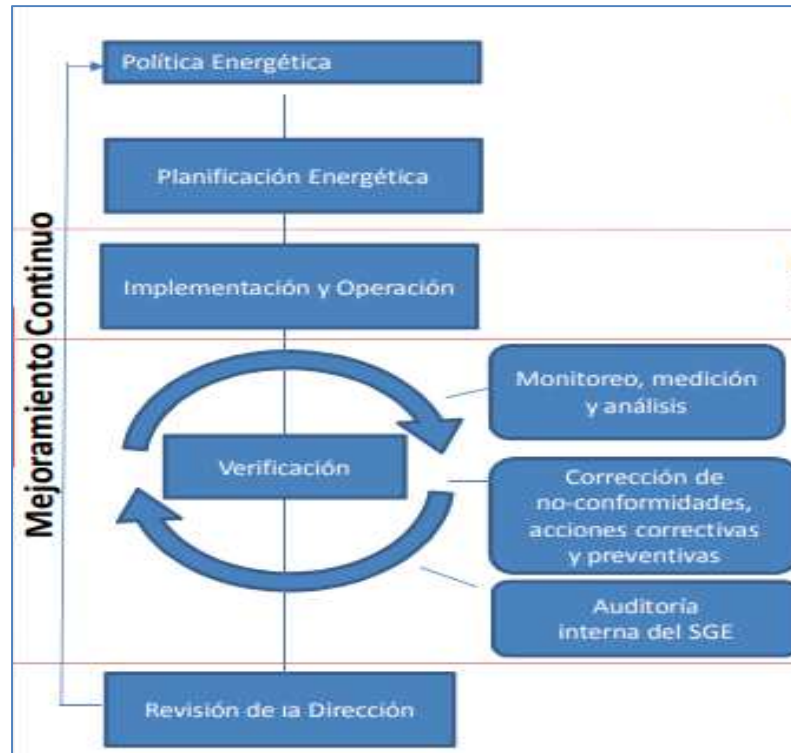


figura 6 Comportamiento del sistema de gestión. Fuente: <http://guiaiso50001.cl/iso-50001>

Con los valores de la tensión eléctrica medidos en la alimentación de los motores eléctricos, se determina la pérdida de potencia activa, mediante la expresión:

$$\Delta P = \frac{100 * L * P}{K * S * V^2 * \cos^2 \phi}$$

Dónde:

ΔP : Pérdida de potencia activa, en %.

L: Longitud del conductor, en m.

P: Potencia activa, en Watt.

K: Conductividad eléctrica del cobre. 56 Ohmios - m/mm²

S: Sección del conductor, en mm².

V: Tensión de servicio, en voltios.

$\cos \phi$: Factor de potencia. Inductivo

La ecuación que determina la caída de tensión desde el punto de suministro hasta la alimentación al motor eléctrico está dado por:

$$\Delta V = \frac{L * P}{K * S * V}$$

Dónde

ΔV : Variación de tensión, en Voltios. Para una caída de tensión de 1%, la variación es de 4 voltios.

L: Longitud del conductor, en m

P: Potencia activa, en Watt.

K: Conductividad eléctrica del cobre. 56 Ohmios - m/mm²

S: Sección del conductor, en mm².

V: Tensión de servicio, en voltios.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación.

Tipo de Investigación: Aplicada

El problema presentado es real dado que la Implementación de procedimientos de la norma ISO 50001 para optimizar el consumo de energía eléctrica mejorara la gestión energética. Y el tipo de investigación se enfoca en la búsqueda de conocimiento para aplicarla a la realidad de la empresa.

Diseño de la Investigación: Diseño No experimental.

Se observa el fenómeno y en función a ello se plantea la solución, sin manipular ninguna variable en el funcionamiento de la empresa.

3.2 Variables y operacionalización.

Independiente: Implementación De Procedimientos De La Norma ISO 50001.

Dependiente: Consumo De Energía Eléctrica.

3.3 Población, Muestra y muestreo.

Población: Está constituido por los 60 motores eléctricos de la línea de procesamiento de arroz en Molinera El Centro.

Muestra: Coincide con la población de Molinera El Centro.

Muestreo: Se determinó que todos los motores eléctricos de la línea de producción se analice su eficiencia y consumo de energía de Molinera El Centro.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En esta investigación se aplicaron las técnicas de recolección de datos: observación, entrevista, análisis documental. Asimismo, los instrumentos de recolección de datos a utilizar serán:

Análisis Documental para aplicar la Norma ISO 50001.

Guías de observación para realizar las mediciones de parámetros eléctricos.

3.5 Procedimientos.

El procedimiento para la obtención de la información, se hizo con información histórica de consumo de energía eléctrica y niveles de producción. Así mismo se hizo la medición de los parámetros de los motores eléctricos de los mecanismos de pilado de arroz, mediante un protocolo de mediciones previamente establecido, utilizando equipos de medición eléctrica calibrados.

3.6 Método de análisis de datos.

Los datos se analizan utilizando las ecuaciones que relacionan los valores de eficiencia, así como también las relaciones de la potencia activa reactiva, aparente, intensidad de corriente eléctrica, tensión eléctrica, frecuencia, factor de potencia, factor de carga, así como de las relaciones de las variables eléctricas, para lo cual se utiliza el cálculo numérico y el Software Microsoft Excel, para el desarrollo de los mismos.

3.7 Aspectos éticos.

Se utilizó lo datos del funcionamiento de las instalaciones eléctricas, solo con fines académico, con la debida autorización de la empresa. La propuesta se presentó a la gerencia de la empresa con la finalidad de su evaluación y posterior aplicación de la norma ISO 50001 en las instalaciones del molino de arroz.

IV RESULTADOS

4.1 Realizar un diagnóstico de la situación actual del consumo de energía eléctrica y los niveles de producción de pilado de arroz.

4.1.1 **Flujograma del Proceso productivo.** En la figura 6, se muestra el flujo grama del proceso productivo del arroz, desde su recepción hasta el envasado final.

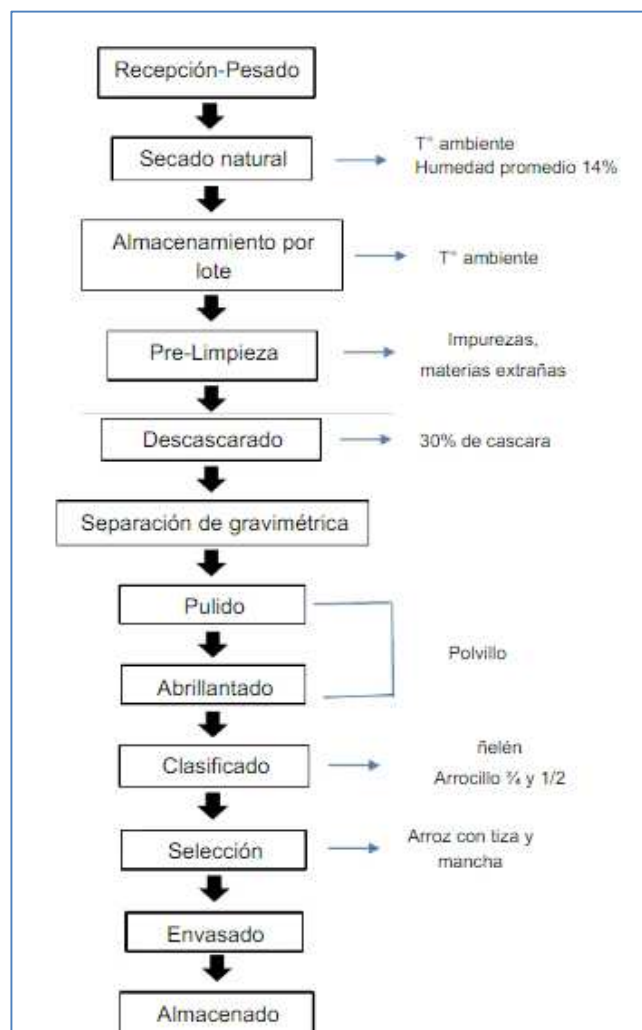


figura 7 Proceso Productivo del Arroz Pilado. FUENTE GOOGLE

Recepción de Materia Prima.

El arroz en cáscara, proveniente de los valles Chancay y de La Leche, así como también de las zonas de Jaén y San Ignacio del Departamento de Cajamarca, ingresan en camiones, remolques y semi remolques, para ser pesados en balanza electrónica, luego de la descarga de los sacos de arroz, la unidad es pesada nuevamente a fin de determinar la carga útil.

En este momento, personal de control de la calidad del producto, realiza el muestreo del arroz. Las muestras son llevadas al área de control de calidad del producto, en el cual se realiza el análisis de porcentaje de impurezas, granos quebrados, rendimiento en blanco y humedad. Si el porcentaje de humedad es menor o igual al 14%, el producto es llevado directamente para su procesamiento, y los que tienen mayor a 14% de humedad, son trasladados a la zona de secado.

Secado Natural.

El arroz en cáscara con humedad superior al 14%, es llevado a la zona de secado, colocándose sobre mantas de polipropileno, el cual es un área expuesto directamente al medio ambiente, en dónde el calor del sol, extrae la humedad del arroz en cáscara, éste proceso de secado es por radiación.

Almacenamiento.

El arroz en cáscara con humedad menor al 14% se coloca en sacos apilados sobre parihuelas, distribuidos de acuerdo a una codificación y características del grano de arroz.

Pre Limpieza.

El arroz para procesamiento , ingresa a una tolva de recepción, constituido por cribas, los cuales van separando materiales extraños a los granos de arroz, tales como rafias, plásticos, metales, etc.; luego un ventilador centrífugo quita el polvo del grano; los granos limpios son transportados por medio de un elevador de cangilones para el proceso de descascarado o pilado.

Pilado.

El pilado que se obtienen en el molino es en promedio 90% y el incremento de granos quebrados o partidos no supera el 2%. El proceso de pilado se hace por medio de tres efectos: Presión de los rodillos, efecto de la velocidad de los rodillos y el impacto contra la platina colocada debajo de la descarga de los rodillos.

Clasificación Gravimétrica.

Se realiza en la mesa Paddy, la descarga de los granos de las aventadoras contiene una mezcla de arroz paddy y arroz descascarado (arroz integral).

Clasificador por grosor.

Este mecanismo separa el arroz por el grosor del grano, y está constituido por seis mallas cilíndricas, cuya finalidad es separar los granos de menor diámetro que el grano de arroz normal, y 8 mallas cilíndricas separan lo granos o piedras de mayor espesor que el grano normal.

Pulido.

Los mecanismos para el pulido, son el pulidor por abrasión y el pulidor por fricción. El primero se consigue por el efecto de desgaste y corte generados por la piedra esmeril que gira dentro de las cámaras cerradas, y el segundo efecto emplea la fricción, que es u eje alveolado con aletas transversales que presiona al arroz contra la criba y con la ayuda de agua efectúa el pulido o lustre al grano de arroz.

Abrillantadora.

Se utiliza para blanquear y darle acabado final al arroz (abrillantamiento). La mezcla de agua - aire es alimentada al producto a través de una tobera binaria situada en el tubo mezclador.

Clasificación por color.

Este dispositivo tiene la función de clasificar los granos defectuosos como son el grano yesado, el grano panza blanca, los granos manchados, granos dañados por color o por insectos, semillas extrañas.

Envasado y Sellado.

Se realiza el envasado del arroz en sacos de polipropileno de 50 Kg.

4.1.2. Suministro de Energía Eléctrica.

La empresa Molinera tiene el suministro de energía eléctrica, por parte de ELECTRONORTE SA (ENSA), con un contrato con pliego tarifario en media tensión MT3, una potencia contratada de 270 KW, el nivel de tensión de 10 KV, está calificado como cliente fuera de punta, y la potencia del transformador es de 630 KVA.

4.1.3. Históricos de consumo de energía eléctrica.

En la tabla 1, se muestra los registros históricos de consumo de energía eléctrica, tanto en la demanda como en energía activa y reactiva, desde el mes de Enero 2019 hasta el mes de Febrero del 2020.

Tabla 1: Registros Históricos de Consumo de Energía Eléctrica.

Año	Mes	Demanda (KW)		Energía Activa (KW-H)			Energía Reactiva (KVAR-h)
		Horas Punta	Horas Fuera de Punta	Horas Punta	Horas Fuera de Punta	Total	
2019	Enero	399	432	27434	136546	163979.9	43212.3
	Febrero	302	405	16453	106545	122998.8	32324.5
	Marzo	345	402	14534	124547	139080.9	42123.3
	Abril	340	395	14325	120435	134759.1	112323.4
	Mayo	243	434	16455	152343	168797.9	43454.8
	Junio	186	441	14546	134343	148889.1	56454.5
	Julio	393	465	15343	132334	147677.6	74232.3
	Agosto	254	423	10344	108983	119326.9	57456.4
	Septiembre	331	423	12304	103445	115749.5	67456.5
	Octubre	276	354	8545	94547	103091.9	30232.3
	Noviembre	253	347	9845	124343	134188.8	61323.3
	Diciembre	332	422	21454	124343	145797.6	31232.6
2018	Enero	334	398	26200	123437	149636.9	41953.7
	Febrero	237	371	15219	93436	108655.8	31383.0
	Marzo	280	368	13300	111438	124737.9	40896.4
	Abril	275	361	13091	107326	120416.1	98939.0
	Mayo	178	400	15221	139234	154454.9	42189.1
	Junio	121	407	13312	121234	134546.1	54810.2
	Julio	328	431	14109	119225	133334.6	72070.2
	Agosto	189	388	9110	95874	104983.9	55782.9
	Septiembre	266	389	11070	90336	101406.5	65491.7
	Octubre	211	320	7311	81438	88748.9	29351.7
	Noviembre	188	312	8611	111234	119845.8	59537.2
	Diciembre	267	388	20220	111234	131454.6	30322.9
2017	Enero	442	488	28646	150092	178738	47555.3

	Febrero	345	461	17665	116403	134069	36667.5
	Marzo	388	458	15746	135852	151598	46466.3
	Abril	383	451	15537	131351	146887	98939
	Mayo	286	490	17667	166323	183990	47797.8
	Junio	229	497	15758	146531	162289	60797.5
	Julio	436	521	16555	144413	160969	78575.3
	Agosto	297	479	11556	118511	130066	61799.4
	Septiembre	374	479	13516	112651	126167	71799.5
	Octubre	319	410	9757	102613	112370	34575.3
	Noviembre	296	403	11057	135208	146266	65666.3
	Diciembre	375	478	22666	136253	158919	35575.6
2016	Enero	435	449	28257	140642	168899	45536.3
	Febrero	330	422	16947	109742	126689	34648.5
	Marzo	376	418	14970	128283	143253	44447.3
	Abril	371	411	14754	124048	138802	89383
	Mayo	265	452	16948	156914	173862	45778.8
	Junio	202	459	14982	138374	153356	58778.5
	Julio	429	484	15803	136304	152108	76556.3
	Agosto	277	439	10654	112253	122907	59780.4
	Septiembre	361	440	12673	106549	119222	69780.5
	Octubre	301	368	8802	97383	106185	32556.3
	Noviembre	276	360	10141	128074	138214	63647.3
	Diciembre	362	439	22098	128074	150172	33556.6
2015	Enero	431	455	28423	138133	166556	44302.3
	Febrero	334	428	17442	106903	124346	33414.5
	Marzo	377	425	15523	125387	140910	43213.3
	Abril	372	418	15314	121145	136459	88149
	Mayo	275	457	17444	154075	171519	44544.8
	Junio	218	464	15535	135478	151013	57544.5
	Julio	425	488	16332	133433	149765	75322.3
	Agosto	286	446	11333	109231	120564	58546.4
	Septiembre	363	446	13293	103586	116879	68546.5
	Octubre	308	377	9534	94307	103842	31322.3
	Noviembre	285	370	10834	125037	135871	62413.3
	Diciembre	364	445	22443	125385	147829	32322.6

Fuente: ENSA, 2020.

figura 8 Cuadros de evolución de consumo de Energía Activa KW-H,

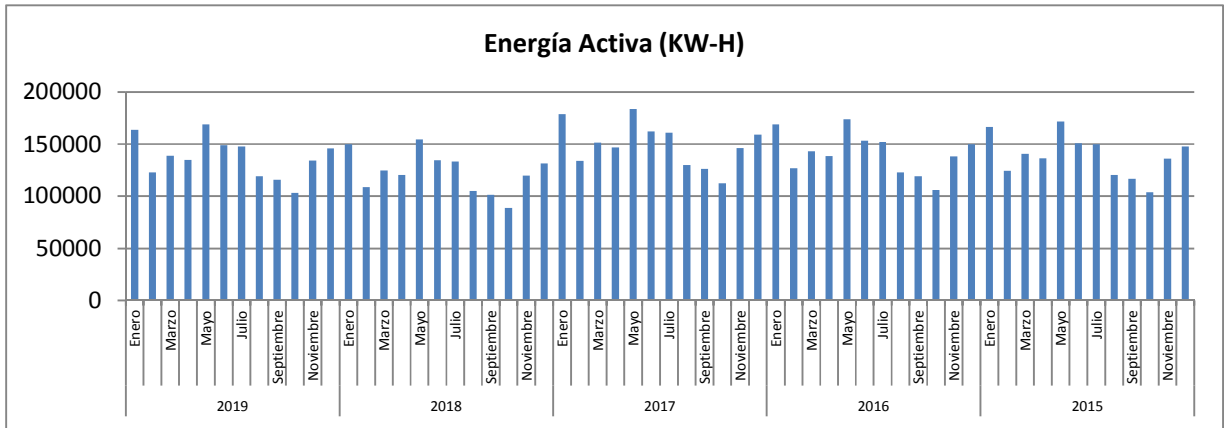


figura 9 Cuadros de evolución de consumo de Energía Reactiva KVAR-h

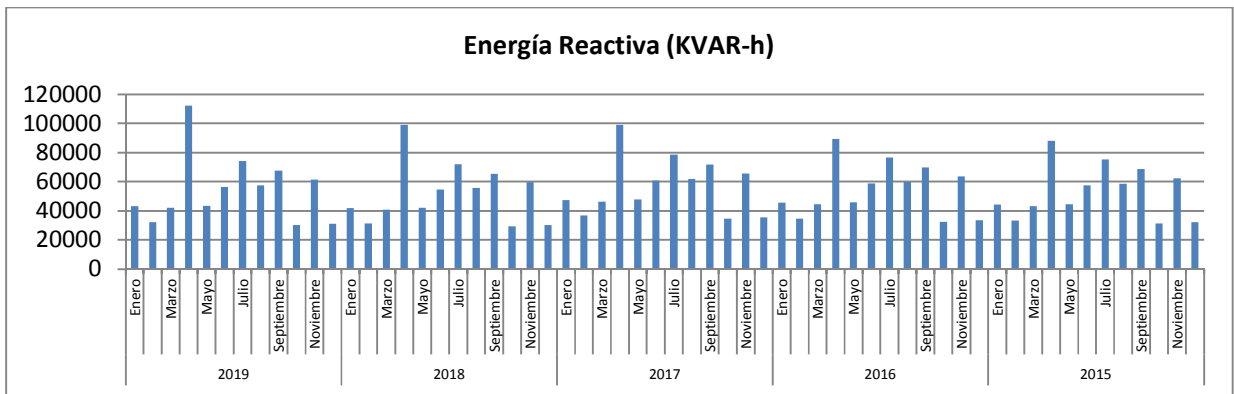
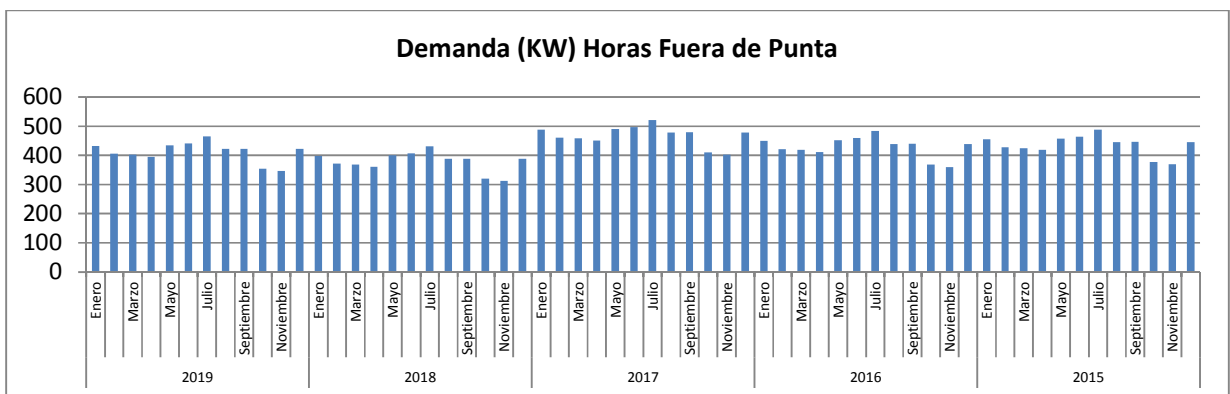
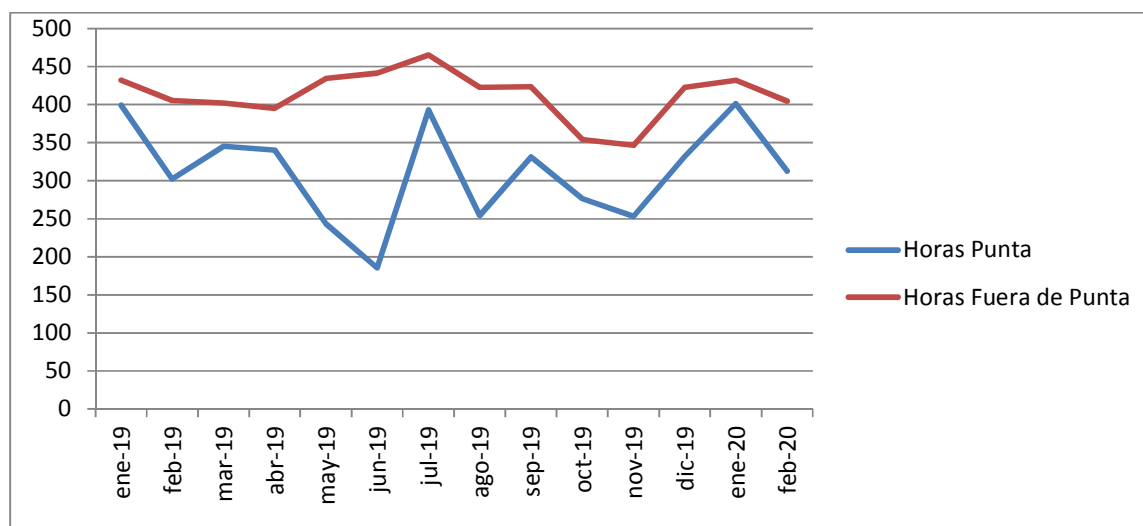


figura 10 Cuadros de evolución de consumo de Demanda KW Horas Fuera de Punta



Autoria: Propia

En las figura 8, se muestra la tendencia de la demanda en horas punta y fuera de punta en la planta de procesamiento de arroz.



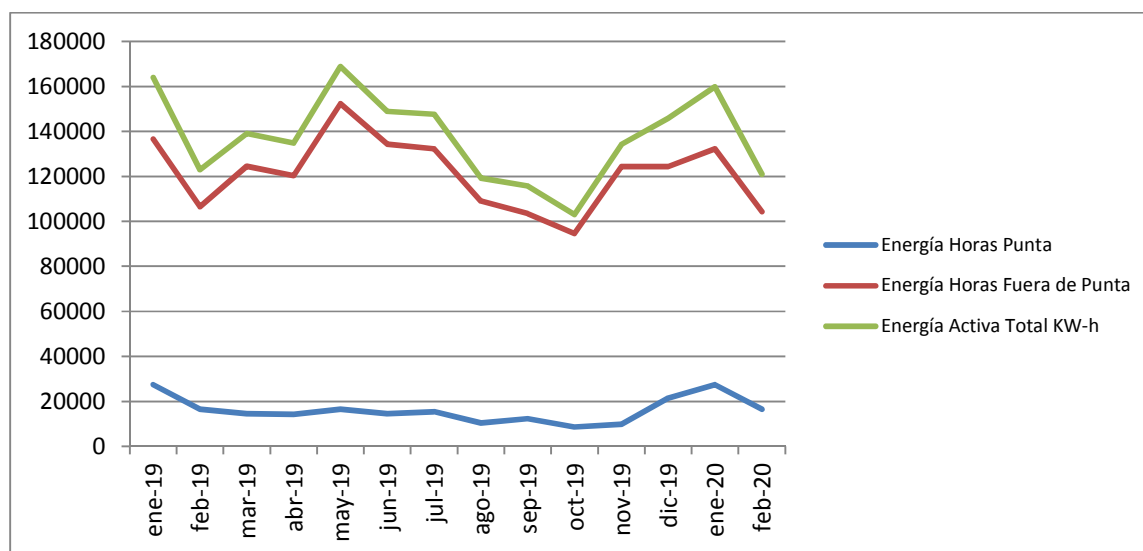
Autoría: Propia.

figura 11 Demanda en KW, en horas punta y fuera de punta.

El valor de la demanda en horas fuera de punta, es mayor es el mes de Julio del 2019, pero también es máximo en ese mes para la demanda en horas punta. La demanda de potencia en horas fuera de punta tiene un valor mínimo en el mes de Noviembre con 350 KW; es decir que la mayor actividad de procesamiento de pilado, se realiza en horas fuera de punta, tal como lo establece la calificación de cliente en horas fuera de punta.

Los motores eléctricos que accionan los mecanismos del proceso productivo de pilado de arroz, tienen una capacidad instalada de 1 060,21KW, es decir que si la operación de la planta se extendiera a su máxima capacidad, los valores de demanda se incrementarían.

En la Figura 9, se muestra la tendencia de los consumos de energía activa en horas punta y fuera de punta, así como de la energía activa total consumida.



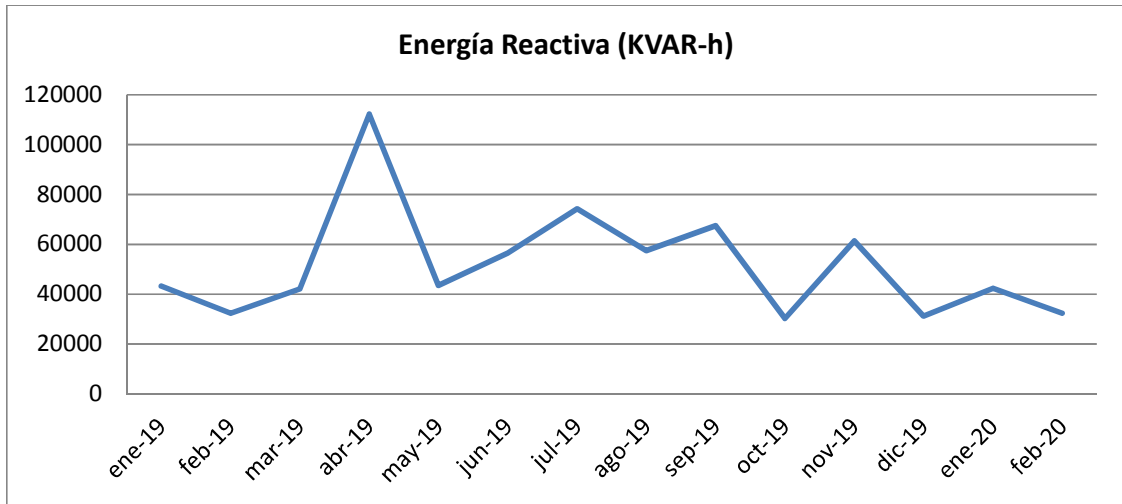
Autoría: Propia.

figura 12 Consumo de energía activa (KW), en horas punta, fuera de punta y total.

En la evolución del consumo de energía activa, es notorio el mayor consumo en horas fuera de punta, en valores entre 4 y 5 veces con respecto al consumo de energía en horas punta, además se observa que existe meses en los cuales el consumo de energía es menor, siendo el mes de octubre con menor registro de consumo de energía activa total. Así mismo, en los meses de enero y febrero de los años 2019 y 2020, se tiene registros parecidos de consumos de energía, y esto es por la temporada de mayor pilado de arroz en los primeros meses del año, por la demanda del producto.

El procesamiento del pilado del arroz, no obedece a la variación de la producción de arroz en los valles de la zona, debido a que el arroz en cáscara es un producto que se almacena para ser pilados en donde se tenga mejores precios y mayores demandas de consumo de arroz.

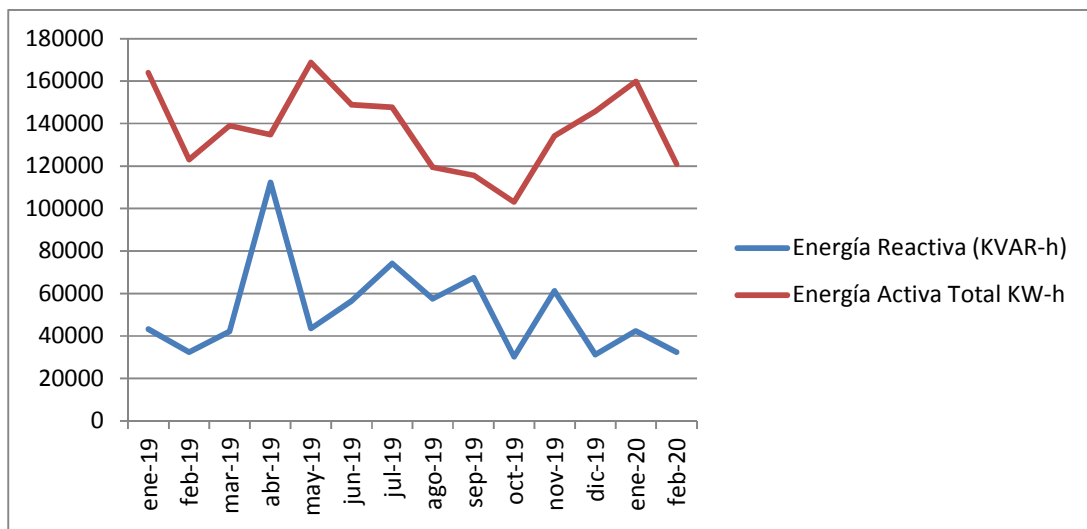
En la figura 10, se muestra la evolución de consumo de energía reactiva de los diferentes motores eléctricos que accionan los mecanismos de procesamiento de arroz pilado.



Autoría: Propia.

figura 13 Evolución de consumo de energía reactiva, en KVAR-h

En la evolución del consumo de energía reactiva, se puede concluir que en el 80% de los meses de análisis, el consumo de energía reactiva supera el valor del 30% de la energía activa total, tal como se observa en la figura 10.



Autoría Propia.

figura 14 Consumo de energía reactiva vs consumo de energía activa total.

4.1.2. Inventario de Motores Eléctricos.

Se muestra el inventario de los mecanismos de los procesos productivos de la línea 1 y 2 de pilado de arroz.

Tabla 2: Equipos Línea de Producción 1.

MÁQUINAS Y EQUIPOS DE PRODUCCIÓN LÍNEA 1			
Descripción	Cantidad	Potencia Instalada (KW)	Potencia Total (KW)
Elevador de cangilones 1	8	2.6	20.8
Elevador de cangilones 2	7	3.2	22.4
Elevador de cangilones 3	7	3.8	26.6
Pre limpiador	3	2.2	6.6
Ventilador centrífugo	4	5.6	22.4
Separador de pajilla	2	4.5	9
Descascaradora	4	7.5	30
Mesa paddy	2	5.6	11.2
Calibrador de piedra	2	2.2	4.4
Calibrador de tiza	4	3	12
Pulidora	4	37.3	149.2
Mesa roto vaivén	2	1.5	3
Clasificador de grano por tamaño	4	7.8	31.2
Clasificador (3/4-1/2)	2	1.5	3
Mezclador	2	2.2	4.4
Selector de color	2	3	6
Total	59		362.2

Fuente: MOLINERA EL CENTRO.SCRL.

Tabla 3: Equipos Línea de Producción 2.

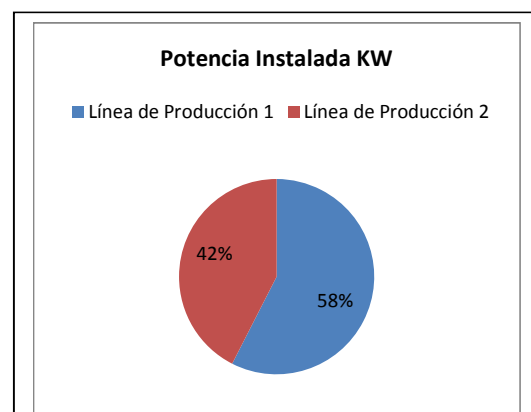
MÁQUINAS Y EQUIPOS DE PRODUCCIÓN LÍNEA 2			
Descripción	Cantidad	Potencia Instalada (KW)	Potencia Total (KW)
Elevador de cangilones 1	5	2.6	13
Elevador de cangilones 2	6	3.2	19.2
Elevador de cangilones 3	5	3.8	19
Pre limpiador	3	2.2	6.6
Ventilador centrífugo	3	3.5	10.5
Separador de pajilla	2	4.5	9
Descascaradora	2	7.5	15
Mesa paddy	2	5.6	11.2
Calibrador de piedra	2	2.2	4.4
Calibrador de tiza	4	3	12
Pulidora	3	37.3	111.9
Mesa roto vaivén	2	1.5	3
Clasificador de grano por tamaño	3	6.4	19.2
Clasificador (3/4-1/2)	2	1.5	3
Mezclador	2	2.2	4.4
Selector de color	2	3	6
Total	48		267.4

Fuente: MOLINERA EL CENTRO.SCRL.

Tabla 4: Potencia Instalada en Líneas de Producción.

Línea	N° de quipos	Potencia Instalada KW	% Potencia Instalada
Línea de Producción 1	59	362.2	57.53
Línea de Producción 2	48	267.4	42.47
Total	107	629.6	100.00

Fuente: MOLINERA EL CENTRO.SCRL.



4.1.4. Niveles de producción de pilado de arroz.

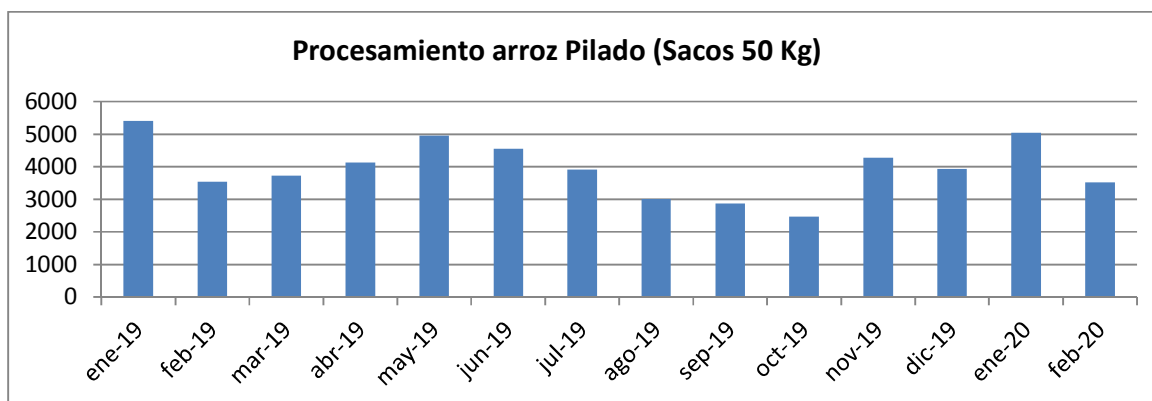
En la tabla 5, se muestran los niveles de producción total de arroz pilado en el Molino el Centro SCRL.

Tabla 5: Producción de Arroz Pilado.

Año	Mes	Procesamiento arroz Pilado (Sacos 50 Kg)	Procesamiento arroz Pilado T.M
2019	ene-19	5406	270300
	feb-19	3548	177400
	mar-19	3725	186250
	abr-19	4125	206250
	may-19	4965	248250
	jun-19	4558	227900
	jul-19	3921	196050
	ago-19	3008	150400
	sep-19	2870	143500
	oct-19	2474	123700
	nov-19	4283	214150
	dic-19	3940	197000
2018	ene-19	5198	259904
	feb-19	3412	170577
	mar-19	3582	179087
	abr-19	3966	198317
	may-19	4774	238702
	jun-19	4383	219135
	jul-19	3770	188510
	ago-19	2892	144615
	sep-19	2760	137981
	oct-19	2379	118942
	nov-19	4118	205913
	dic-19	3788	189423
2017	ene-19	6541	327063
	feb-19	4293	214654
	mar-19	4507	225363

	abr-19	4991	249563
	may-19	6008	300383
	jun-19	5515	275759
	jul-19	4744	237221
	ago-19	3640	181984
	sep-19	3473	173635
	oct-19	2994	149677
	nov-19	5182	259122
	dic-19	4767	238370
2016	ene-19	5640	282000
	feb-19	3782	189100
	mar-19	3959	197950
	abr-19	4359	217950
	may-19	5199	259950
	jun-19	4792	239600
	jul-19	4155	207750
	ago-19	3242	162100
	sep-19	3104	155200
	oct-19	2708	135400
	nov-19	4517	225850
	dic-19	4174	208700
2015	ene-19	5085	254250
	feb-19	3227	161350
	mar-19	3404	170200
	abr-19	3804	190200
	may-19	4644	232200
	jun-19	4237	211850
	jul-19	3600	180000
	ago-19	2687	134350
	sep-19	2549	127450
	oct-19	2153	107650
	nov-19	3962	198100
	dic-19	3619	180950

Fuente. Molino el Centro SCRL.



Autoría: Propia.

figura 15 Evolución de niveles de procesamiento de arroz pilado.

4.1.5. Índice de Consumo Eléctrico.

El índice de consumo eléctrico, es un valor que muestra la relación que existe en el consumo de energía eléctrica total en la instalación de la planta de pilado de arroz y la cantidad de arroz pilado. Se obtiene de la expresión:

$$I.C.E. = 100 * \frac{EAT}{Q}$$

Dónde:

I.C.E. índice de Consumo Eléctrico, en Porcentaje.

EAT: Energía activa total consumida, en KW-h

Q: Número de Sacos de 50 Kg Pilados.

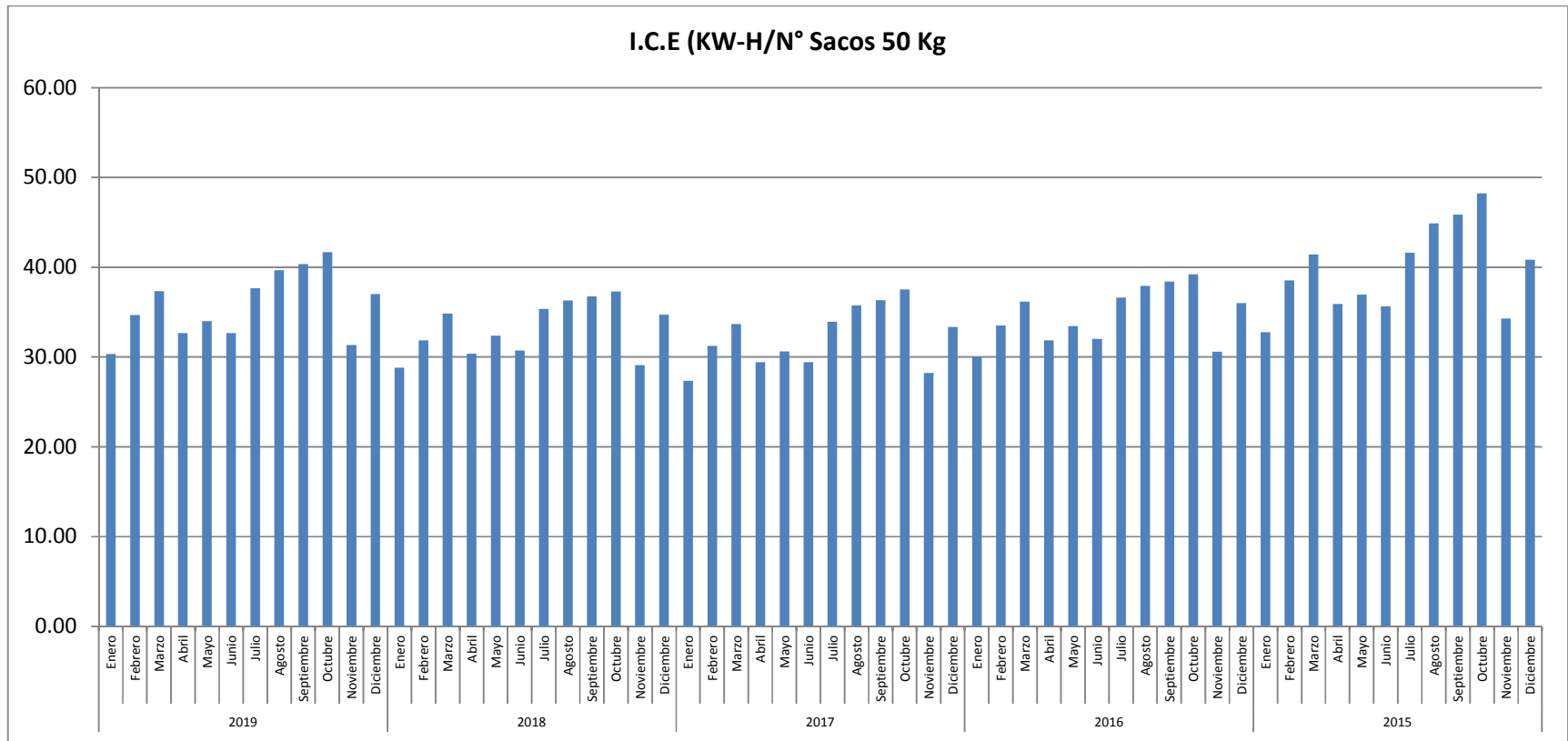
En la tabla 6, se muestra el resultado del cálculo del I.C.E

Tabla 6: Índice de Consumo Eléctrico para pilado de arroz.

Año	Mes	Procesamiento arroz Pilado (Sacos 50 Kg)	Procesamiento arroz Pilado T.M	Energía Activa Total KW-h	I.C.E (KW-H/N° Sacos 50 Kg)
2019	Enero	5406	270300	163979.9	30.33
	Febrero	3548	177400	122998.8	34.67
	Marzo	3725	186250	139080.9	37.34
	Abril	4125	206250	134759.1	32.67
	Mayo	4965	248250	168797.9	34.00
	Junio	4558	227900	148889.1	32.67
	Julio	3921	196050	147677.6	37.66
	Agosto	3008	150400	119326.9	39.67
	Septiembre	2870	143500	115749.5	40.33
	Octubre	2474	123700	103091.9	41.67
	Noviembre	4283	214150	134188.8	31.33
	Diciembre	3940	197000	145797.6	37.00
2018	Enero	5198	259904	149636.9	28.79
	Febrero	3412	170577	108655.8	31.85
	Marzo	3582	179087	124737.9	34.83
	Abril	3966	198317	120416.1	30.36
	Mayo	4774	238702	154454.9	32.35
	Junio	4383	219135	134546.1	30.70
	Julio	3770	188510	133334.6	35.37
	Agosto	2892	144615	104983.9	36.30
	Septiembre	2760	137981	101406.5	36.75
	Octubre	2379	118942	88748.9	37.31
	Noviembre	4118	205913	119845.8	29.10
	Diciembre	3788	189423	131454.6	34.70
2017	Enero	6541	327063	178738	27.32
	Febrero	4293	214654	134069	31.23
	Marzo	4507	225363	151598	33.63
	Abril	4991	249563	146887	29.43
	Mayo	6008	300383	183990	30.63
	Junio	5515	275759	162289	29.43
	Julio	4744	237221	160969	33.93
	Agosto	3640	181984	130066	35.74
	Septiembre	3473	173635	126167	36.33
	Octubre	2994	149677	112370	37.54

	Noviembre	5182	259122	146266	28.22
	Diciembre	4767	238370	158919	33.33
2016	Enero	5640	282000	168899	29.95
	Febrero	3782	189100	126689	33.50
	Marzo	3959	197950	143253	36.18
	Abril	4359	217950	138802	31.84
	Mayo	5199	259950	173862	33.44
	Junio	4792	239600	153356	32.00
	Julio	4155	207750	152108	36.61
	Agosto	3242	162100	122907	37.91
	Septiembre	3104	155200	119222	38.41
	Octubre	2708	135400	106185	39.21
	Noviembre	4517	225850	138214	30.60
	Diciembre	4174	208700	150172	35.98
2015	Enero	5085	254250	166556	32.75
	Febrero	3227	161350	124346	38.53
	Marzo	3404	170200	140910	41.40
	Abril	3804	190200	136459	35.87
	Mayo	4644	232200	171519	36.93
	Junio	4237	211850	151013	35.64
	Julio	3600	180000	149765	41.60
	Agosto	2687	134350	120564	44.87
	Septiembre	2549	127450	116879	45.85
	Octubre	2153	107650	103842	48.23
	Noviembre	3962	198100	135871	34.29
	Diciembre	3619	180950	147829	40.85

Fuente: MolinoelCentroSCRL.



Autoría: Propia.

figura 16 Evolución del ICE. Molino el Centro SCRL.

El valor del índice de consumo eléctrico, es variable en cada uno de los meses, por el lado de la producción, se puede observar que el mes que fue de mayor producción de pilado de arroz, se tuvo un valor de índice de consumo eléctrico de 30.3 KW- h/saco de 50 Kg, es decir un menor valor de índice con respecto al resto de meses. En el caso del mes de menor producción, se obtuvo un valor de 41.7 KW-h/saco de 50 Kg.

4.2 Analizar procedimientos de la norma 50001 y adecuarlas a la Molinera en mención.

4.1.1. Organigrama de la organización.

La empresa está organizada en gerencias, teniendo como máximo representante legal el gerente general, se tiene 5 Gerencias que realizan funciones articuladas; el Gerente general cuenta con un comité consultivo, que se reúnen 2 veces por semestre y tiene facultades de realizar propuestas de mejoras al desarrollo de las actividades en la empresa Molino El centro.

En la figura 18, se muestra la organización de la empresa

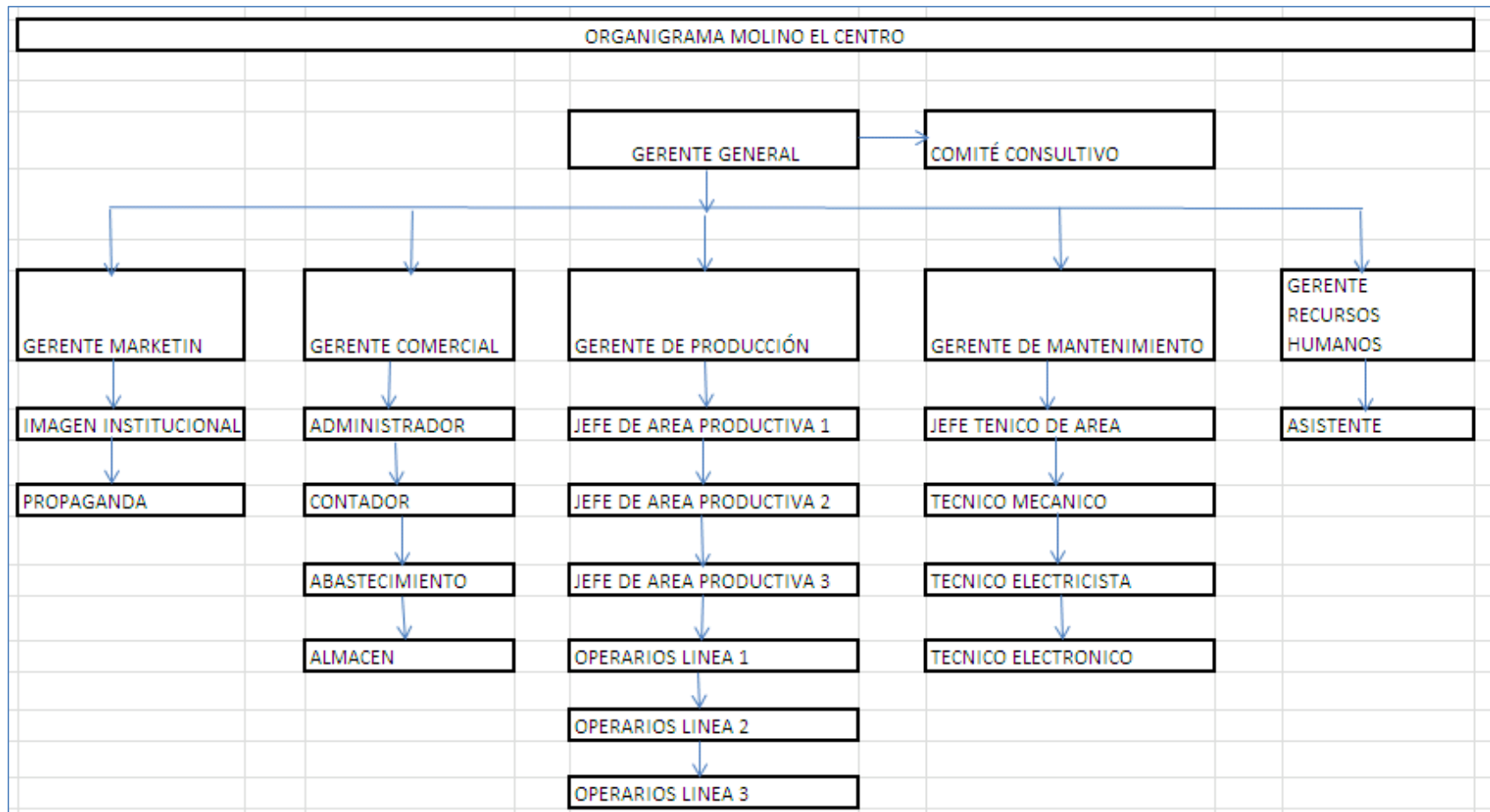


figura 17 Organigrama de la Empresa Molino El Centro

4.1.2. Propuesta de Política Energética en Molino el Centro.

La política energética es el principal instrumento mediante el cual la organización expresa formalmente su compromiso y apoyo a la gestión de la energía.

Siete políticas energéticas:

1. Involucramiento de todo el personal de la empresa en la gestión de la energía,
2. Uso eficiente de la energía eléctrica, en todas las áreas de la empresa, incluye instalaciones industriales, área administrativa, de control de calidad del producto.
3. Implementar nuevas tecnologías y mejorar las existentes para consumir energía en las instalaciones de manera más eficiente.
4. Mejorar los hábitos de consumo de energía por parte de los trabajadores y personal perteneciente a empresas contratistas.
5. Optimización del índice de consumo eléctrico, no mayor al 5% con respecto al mes anterior.
6. Eficiencia de los motores eléctricos de los procesos de pilado, secado, glaseado, pulido de arroz, con valores superiores al 85%.
7. Utilización a niveles de 65% de porcentaje de plena carga de los motores eléctricos, a fin de mejorar su eficiencia.

En cuanto a la medición de la eficiencia de los motores eléctricos, ésta se realiza de manera constante, y su valor es el resultado de:

$$n = 100 * \frac{\text{Potencia de mecanismo que acciona}}{\text{Potencia eléctrica activa}}$$

4.1.3. Representante del Sistemas de Gestión Energético.

El Gerente General debe designar un representante entre los trabajadores, a fin de que sea el responsable del Sistema de Gestión energético SGE, éste representante tendrá autonomía en la toma de decisiones de índole energética, y rendirá cuentas directamente al gerente general de la empresa, y entre otras atribuciones deberá:

- Asegurar el establecimiento del SGE, de acuerdo a lo que establece la norma ISO 50001.
- Identificar el personal que trabajará directamente en las actividades de la gestión de la energía en el Molino.
- Planificar actividades.
- Modificación del funcionamiento de los procesos con uso inadecuado de la energía eléctrica.
- Criterios de medición de los valores de eficiencia en los motores eléctricos, así como del porcentaje de funcionamiento de plena carga de los motores eléctricos.

4.1.4. Planificación energética.

La planificación energética en el Molino El Centro, se realiza con el planteamiento de las siguientes preguntas:

1. ¿Cuánta energía se consume en la empresa?
2. ¿Cuál es la tendencia del consumo?
3. ¿Qué variables inciden en el consumo de energía eléctrica?

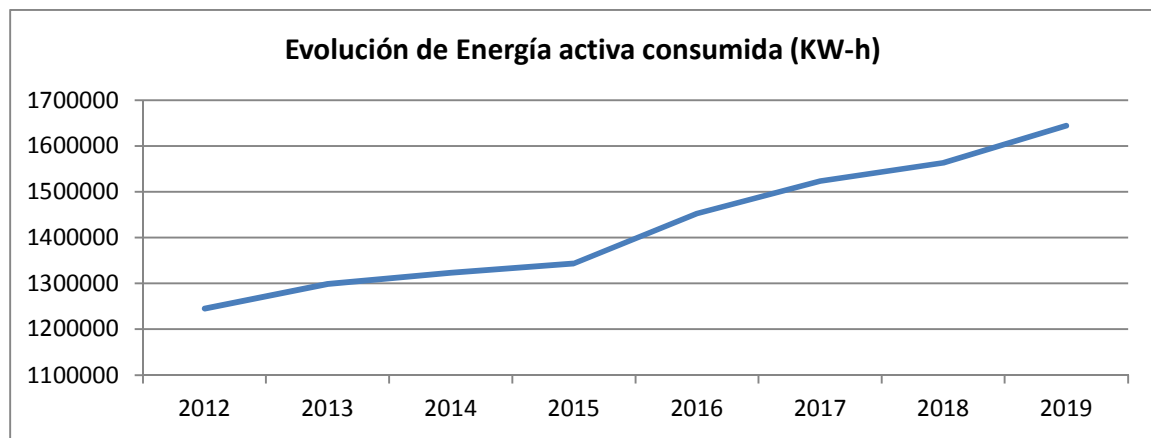
Con la información histórica anual, se responden dichas preguntas, en la tabla 6, se tiene el registro histórico anual del consumo de energía eléctrica activa y de la máxima demanda.

Tabla 7. *Históricos anuales de consumo de energía y máxima demanda*

Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Energía activa consumida (KW-h)	1245443	1298545	1323433	1343443	1452474	1523434	1563423	1644338
Máxima Demanda KW	241.2	246.5	257.4	267.2	287.3	323.7	342.5	357.2

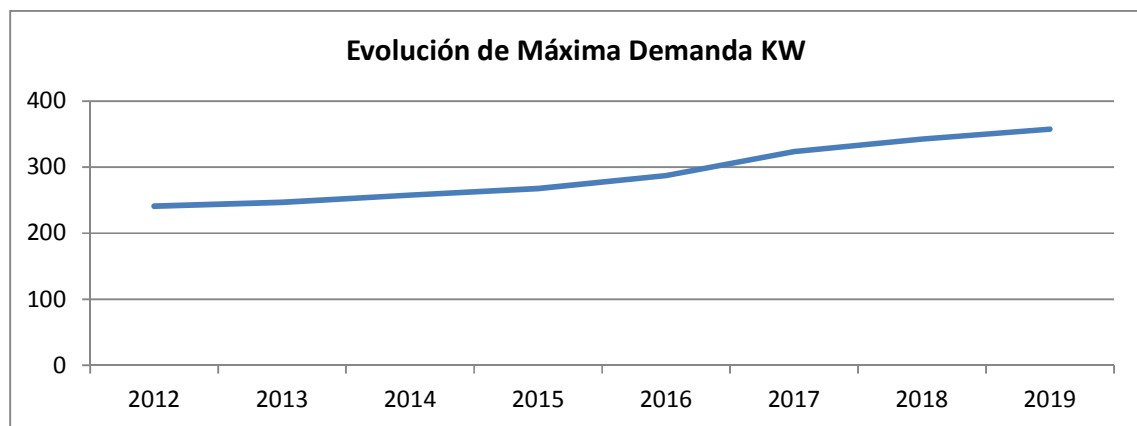
Fuente: Molino El Centro, 2020

En la figura 15 y 16, se muestran la tendencia de consumo de energía y de máxima demanda.



Autoría: Propia.

figura 18 *Tendencia del consumo de energía eléctrica 2012 – 2019*



Autoría: Propia.

figura 19 *Tendencia de la Máxima Demanda KW.*

Se analiza numéricamente las proyecciones de consumo de energía y de máxima demanda para los próximos cinco años, teniendo un crecimiento sostenido del consumo de la energía y de máxima demanda, la proyección se realiza haciendo que la curva siga la misma tendencia, para lo cual se utiliza el método de regresión lineal y el método de regresión polinómica.

La ecuación lineal es $Y = aX + b$

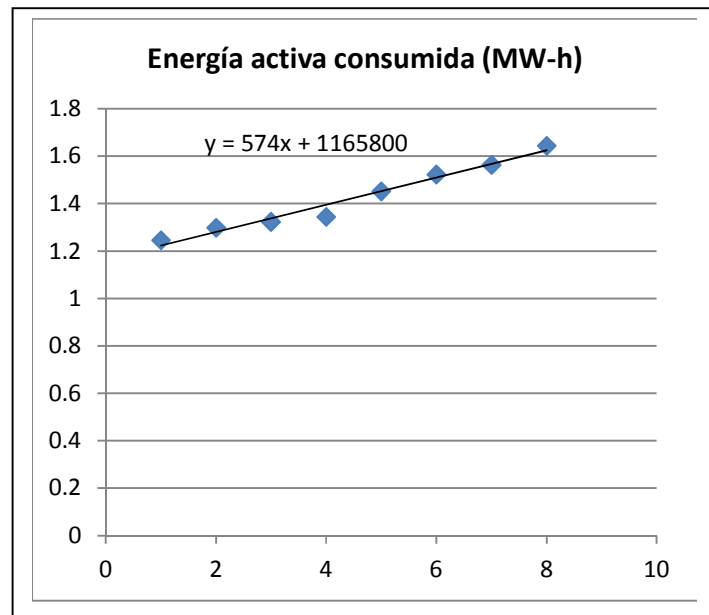
La ecuación polinómica es $Y = aX^2 + bX + c$

Utilizando el software Microsoft Excel, se determina la proyección de la energía consumida y de la máxima demanda. En la tabla 7, se muestran los resultados de la proyección de crecimiento del consumo de energía eléctrica.

Tabla 8: Proyección del consumo de energía.

	Año	Energía activa consumida (KW-h)
Data Histórica	2012	1245443
	2013	1298545
	2014	1323433
	2015	1343443
	2016	1452474
	2017	1523434
	2018	1563423
	2019	1644338
Ecuación de Regresión Lineal $y = 574X + 1165800$	2020	1682841
	2021	1740290
	2022	1797739
	2023	1855188
	2024	1912637

Fuente: Autoría Propia



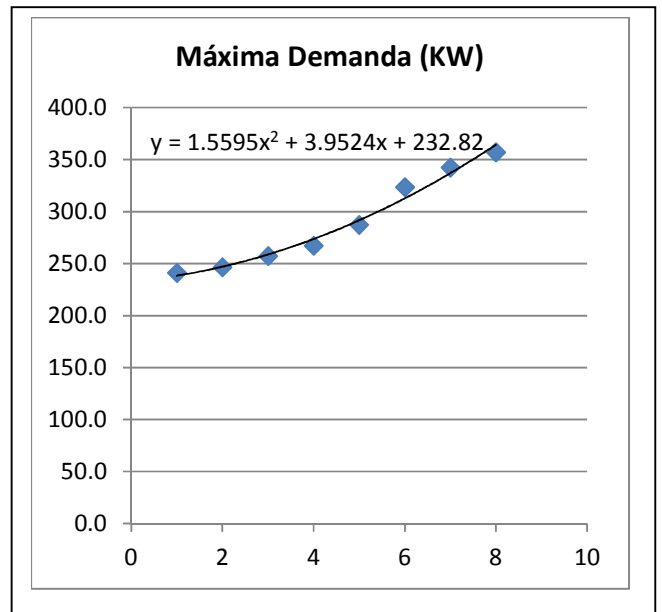
Del mismo modo se realiza la proyección de la máxima demanda anual, con ello se toma decisiones en cuanto al porcentaje de plena carga en el cual operan los motores eléctricos que accionan los mecanismos de los procesos en el molino el centro. Para el caso de la proyección de la máxima demanda por la tendencia de

la curva, y con valores de correlación menores a 1, ésta tiene tendencia a una curva polinómica de grado 2. En la tabla 8, se muestra el resultado del cálculo de regresión polinómica, utilizando el Microsoft Excel.

Tabla 9: Proyección de Máxima demanda.

	Año	Máxima Demanda (KW)
Data Histórica	2012	241.2
	2013	246.5
	2014	257.4
	2015	267.2
	2016	287.3
	2017	323.7
	2018	342.5
	2019	357.2
Ecuación de Regresión Polinómica $y = 1.5595x^2 + 3.9524x + 232.82$	2020	394.7
	2021	428.3
	2022	465.0
	2023	504.8
	2024	547.8

Fuente: Autoría Propia



4.3 Realizar propuestas establecidas en la norma ISO 50001, para proyectar lo consumos de energía eléctrica.

Implementación en mejoras en mecanismos de Procesos.

Para el ahorro de energía eléctrica en los motores eléctricos que activan los mecanismos del proceso productivo en la Molinera el Centro, se plantearon la utilización de variadores de Velocidad, la Corrección de la caída de tensión y el dimensionamiento de los motores eléctricos.

Utilización de variadores de velocidad.

Entre los mecanismos del proceso productivo se tiene elevadores de cangilones en las dos líneas de producción, los cuales realizan el transporte del arroz para los diferentes procesos, sin embargo lo realizan a velocidades no variables, lo cual ocasiona que los tiempos de operación no sean los adecuados, debido a que en el proceso siguiente al transporte del arroz por el elevador de cangilones, se realizan paradas por exceso de material; con la propuesta de implementación de variadores de velocidad, variando la frecuencia eléctrica de los motores eléctricos, los tiempos se reducen de acuerdo a la capacidad de procesamiento de los demás procesos productivos.

Tabla 10: Reducción de Tiempo de funcionamiento por uso de variador de frecuencia en Línea de Producción 1.

N°	Motor eléctrico de:	Potencia Instada (KW)	Tiempo de Funcionamiento (Horas / Día) Línea de Producción 1	
			Actual	Con propuesta de Variador de velocidad
1	Elevador de Cangilones 1	20.8	5.7	2.8
2	Elevador de Cangilones 2	22.4	4.9	2.7
3	Elevador de Cangilones 3	26.6	5.3	3.2
4	Ventilador Centrífugo	22.4	3.7	1.9

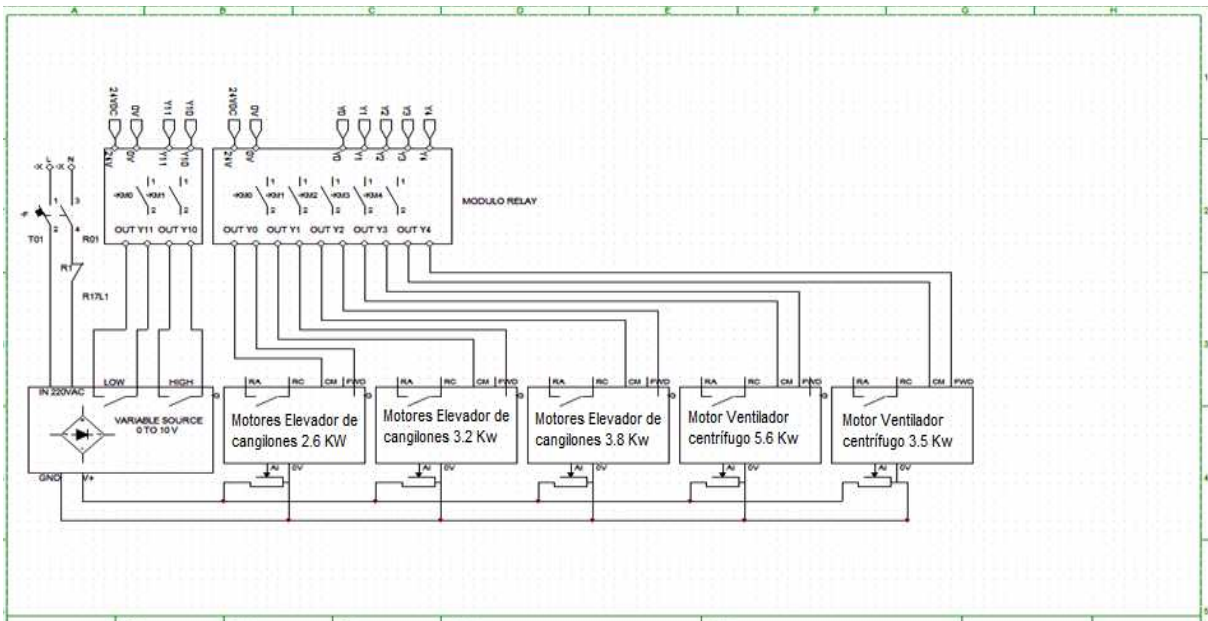
Fuente: Autoría Propia.

Tabla 11: Reducción de Tiempo de funcionamiento por uso de variador de frecuencia en Línea de Producción 2.

N°	Motor eléctrico de:	Potencia Instada (KW)	Tiempo de Funcionamiento (Horas / Día) Línea de Producción 2	
			Actual	Con propuesta de Variador de velocidad
1	Elevador de Cangilones 1	13	5.3	2.5
2	Elevador de Cangilones 2	19.2	4.5	2.4
3	Elevador de Cangilones 3	19	4.9	2.9
4	Ventilador Centrífugo	22.4	3.4	1.8

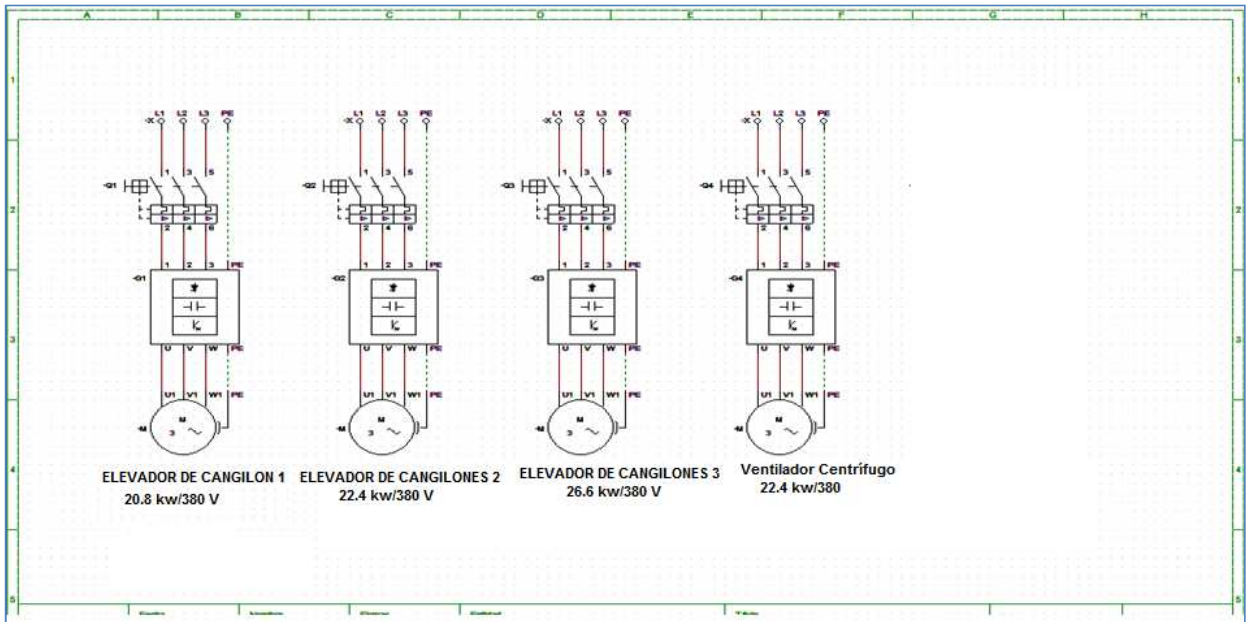
Fuente: Autoría Propia.

La programación a los variadores de frecuencia, se realiza desde PLC que controla el funcionamiento de los motores eléctricos de los elevadores de cangilones y de los ventiladores centrífugos de las dos líneas de producción. En la figura 15, se muestra el diseño del sistema de mando para activación de PLC de los variadores de frecuencias de los motores eléctricos de elevadores de cangilones de diferentes potencias y de los motores de los ventiladores centrífugos. Se selección 5 variadores de velocidad de 380 V, 25 KW y 3 Variadores de velocidad 380 V y 20 KW.



Autoría: Propia. Software cadel simulad

figura 20 Sistema de Mando para activación de PLC de variadores de Frecuencia.



Autoria: Propia. Software cadesimud

figura 21 Sistema de fuerza de instalación de motores con sus respectivos variadores de frecuencia.

Tabla 12: Se muestra el ahorro energético por la disminución del número de horas en las dos líneas de producción.

Tabla 12. Ahorro de energía eléctrica por uso de variadores de frecuencia.

Línea de Producción	Motor eléctrico de:	Potencia Instada (KW)	Tiempo de Funcionamiento (Horas / Día)		Energía Consumida KW-H		Ahorro de energía KW-H por día
			Actual	Con propuesta de Variador de velocidad	Actual	Con propuesta de Variador de velocidad	
Línea de Producción 1	Elevador de Cangilones 1	20.8	5.7	2.8	118.56	58.24	60.32
	Elevador de Cangilones 2	22.4	4.9	2.7	109.76	60.48	49.28
	Elevador de Cangilones 3	26.6	5.3	3.2	140.98	85.12	55.86
	Ventilador Centrífugo	22.4	3.7	1.9	82.88	42.56	40.32
Línea de Producción 2	Elevador de Cangilones 1	13	5.3	2.5	68.9	32.5	36.4
	Elevador de Cangilones 2	19.2	4.5	2.4	86.4	46.08	40.32
	Elevador de Cangilones 3	19	4.9	2.9	93.1	55.1	38
	Ventilador Centrífugo	22.4	3.4	1.8	76.16	40.32	35.84
Total Ahorro (KW-h/ día)							356.34

Fuente: Autoría Propia.

Corrección de la caída de tensión.

Se hizo el análisis de la caída de tensión en los motores eléctricos de mayor consumo de energía eléctrica, el cual consistió en la medición del valor de la tensión en el punto de alimentación de los circuitos. La medición de la tensión se hizo con una pinza amperimétrica PRASEK PR 202a, las características del equipo de medición se detallan en la figura 21.



PR-202A

SPECIFICATIONS		
Basic Functions	Range	Best Accuracy
DC Voltage	200mV/2V/20V/200V/600V	±(0.8%+1)
AC Voltage	2V/20V/200V/600V	±(1.2%+5)
AC Current	20A/200A/600A	±(1.5%+5)
Resistance	200Ω/2kΩ/20kΩ/200kΩ/2MΩ/20MΩ	±(0.8%+3)
Frequency	10Hz ~ 1MHz	
Duty Cycle	0.1% ~ 99.9%	
Special Functions		
Diode		✓
Continuity Buzzer		✓
Data Hold		✓
Max/Min Mode		✓
Low Battery Display		✓
Input Impedance for DC Voltage Measurement	≥10MΩ	✓
Max. Display	1999	
GENERAL CHARACTERISTICS		
Power	9V Battery (6F22)	
LCD Size	36 x 18mm	
Product Colour	Red and Grey	
Product Net Weight	200g	
Product Size	210 x 76 x 30mm	
Standard Accessories	Test Lead, Battery, English Manual	
Standard Individual Packing	Gift Box	
Standard Quantity Per Carton	40 pcs	
Standard Carton Measurement	535 x 490 x 330mm(0.087CBM Per Export Carton)	
Standard Carton Gross Weight	15kg	

figura 22 Ficha Técnica Pinza Amperimétrica. Fuente: catalogo PR-202A PRASEK PR 202a

En la tabla 13, se muestran los resultados de las mediciones de las tensiones en cada uno de los alimentadores de los motores eléctricos de mayor consumo de energía, se hizo tres mediciones en el periodo de 15 minutos, tal como estipula la norma técnica de calidad de los servicios eléctricos en el Perú.

Tabla 13: Resultados de Mediciones de nivel de tensión.

Línea de Producción	Motor eléctrico de:	Potencia Instada (KW)	Tensión de servicio	Medición de Tensión (Voltios)			
				Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Promedio
Línea de Producción 1	Pulidora 1	37.3	380	376	372	373	373.7
	Pulidora 2	37.3	380	367	369	371	369.0
	Pulidora 3	37.3	380	373	371	371	371.7
	Pulidora 4	37.3	380	373	367	373	371.0
	Clasificador de grano por tamaño 1	7.8	380	367	367	369	367.7
	Clasificador de grano por tamaño 2	7.8	380	378	371	374	374.3
	Clasificador de grano por tamaño 3	7.8	380	371	369	369	369.7
	Clasificador de grano por tamaño 4	7.8	380	368	371	371	370.0
	Ventilador Centrífugo 1	5.6	380	371	367	368	368.7
	Ventilador Centrífugo 2	5.6	380	367	368	369	368.0
	Ventilador Centrífugo 3	5.6	380	371	370	370	370.3
	Ventilador Centrífugo 4	5.6	380	371	370	367	369.3
	Descascaradora 1	7.5	380	367	365	364	365.3
	Descascaradora 2	7.5	380	361	363	364	362.7
	Descascaradora 3	7.5	380	371	373	370	371.3
Descascaradora 4	7.5	380	368	371	370	369.7	
Línea de Producción 1	Pulidora 1	37.3	380	365	367	371	367.7
	Pulidora 2	37.3	380	371	367	371	369.7
	Pulidora 3	37.3	380	369	371	368	369.3
	Clasificador de grano por tamaño 1	7.8	380	367	367	364	366.0
	Clasificador de grano por tamaño 2	7.8	380	376	372	373	373.7
	Clasificador de grano por tamaño 3	7.8	380	371	372	370	371.0
	Ventilador Centrífugo 1	5.6	380	373	370	369	370.7
	Ventilador Centrífugo 2	5.6	380	371	372	371	371.3
	Ventilador Centrífugo 3	5.6	380	367	372	373	370.7
	Descascaradora 1	7.5	380	373	371	371	371.7
Descascaradora 2	7.5	380	376	372	373	373.7	

Fuente: Mediciones Realizadas Molino el Centro SCRL, 2020

Con los valores de la tensión eléctrica medidos en la alimentación de los motores eléctricos, se determina la pérdida de potencia activa, mediante la expresión:

$$\Delta P = \frac{100 * L * P}{K * S * V^2 * \cos^2 \phi}$$

Dónde:

ΔP : Pérdida de potencia activa, en %.

L: Longitud del conductor, en m.

P: Potencia activa, en Watt.

K: Conductividad eléctrica del cobre. 56 Ohmios - m/mm²

S: Sección del conductor, en mm².

V: Tensión de servicio, en voltios.

$\cos \phi$: Factor de potencia. Inductivo 0.85

Reemplazando valores, en la tabla 14, se determina la pérdida de la potencia activa, y en función a las horas de funcionamiento del motor eléctrico en un día de operación, se calcula la pérdida de energía eléctrica activa en los conductores, en Watt – Hora, para un funcionamiento de 12 horas al día. Se determinó que la pérdida de energía activa al día es de 10.10 KW-h.

Tabla 14: Cálculo de la Pérdida de potencia y energía activa en conductores.

Línea de Producción	Motor eléctrico de:	Potencia Instada (KW)	Medición de Tensión (Voltios)	Longitud (m)	Factor de Potencia	Diámetro del conductor mm2	Pérdida Potencia activa en KW	Pérdida de energía activa KW-h
Línea de Producción 1	Pulidora 1	37.3	373.7	34	0.85	8.36	0.10	1.20
	Pulidora 2	37.3	369.0	33	0.87	8.36	0.10	1.14
	Pulidora 3	37.3	371.7	30	0.87	8.36	0.09	1.02
	Pulidora 4	37.3	371.0	28	0.85	8.36	0.08	1.00
	Clasificador de grano por tamaño 1	7.8	367.7	32	0.85	2.08	0.02	0.21
	Clasificador de grano por tamaño 2	7.8	374.3	32	0.85	2.08	0.02	0.20
	Clasificador de grano por tamaño 3	7.8	369.7	34	0.87	2.08	0.02	0.21
	Clasificador de grano por tamaño 4	7.8	370.0	34	0.85	2.08	0.02	0.22
	Ventilador Centrífugo 1	5.6	368.7	32	0.9	2.08	0.01	0.09
	Ventilador Centrífugo 2	5.6	368.0	34	0.9	2.08	0.01	0.10
	Ventilador Centrífugo 3	5.6	370.3	33	0.9	2.08	0.01	0.10
	Ventilador Centrífugo 4	5.6	369.3	34	0.9	2.08	0.01	0.10
	Descascaradora 1	7.5	365.3	43	0.85	2.08	0.02	0.26
	Descascaradora 2	7.5	362.7	45	0.85	3.31	0.01	0.17
Descascaradora 3	7.5	371.3	43	0.87	3.31	0.01	0.15	
Descascaradora 4	7.5	369.7	43	0.87	3.31	0.01	0.15	
Línea de Producción 1	Pulidora 1	37.3	367.7	24	0.85	8.36	0.07	0.88
	Pulidora 2	37.3	369.7	23	0.85	8.36	0.07	0.83
	Pulidora 3	37.3	369.3	25	0.87	8.36	0.07	0.86
	Clasificador de grano por tamaño 1	7.8	366.0	21	0.87	1.31	0.02	0.21
	Clasificador de grano por tamaño 2	7.8	373.7	32	0.87	2.08	0.02	0.19
	Clasificador de grano por tamaño 3	7.8	371.0	30	0.9	2.08	0.01	0.17
	Ventilador Centrífugo 1	5.6	370.7	43	0.9	2.08	0.01	0.12
	Ventilador Centrífugo 2	5.6	371.3	41	0.9	2.08	0.01	0.12
	Ventilador Centrífugo 3	5.6	370.7	41	0.9	2.08	0.01	0.12
	Descascaradora 1	7.5	371.7	27	0.9	2.08	0.01	0.14
	Descascaradora 2	7.5	373.7	29	0.9	2.08	0.01	0.15
Total								10.10

Fuente: Mediciones Realizadas.

De la tabla 14, el cálculo de las pérdida de potencia activa en los conductores eléctricos es de 10.10 KW al día; en el periodo de un mes de 26 días de funcionamiento, se tiene $10.10 \times 26 = 262.6$ KW-h de pérdida de energía activa. Esta pérdida se elimina al utiliza conductores eléctricos, en el cuál la caída de tensión tenga un valor de 1% entre el tablero de distribución y el punto de alimentación en cada uno de los motores eléctricos del proceso productivo.

La causa de la caída de tensión en la alimentación eléctrica a los motores es por el dimensionamiento de los conductores en cuanto a su calibre, como también a falsos contactos en el tablero de distribución, específicamente en los equipos de protección eléctrica (Interruptores termomagnéticos). Se realizó el dimensionamiento de los conductores eléctricos, en función a la distancia del conductor, diámetro, y se determinó admitir solo una caída de tensión del 1 %, muy por debajo de lo que establece el código nacional de electricidad que es el 5%. Es decir

La ecuación que determina la caída de tensión desde el punto de suministro hasta la alimentación al motor eléctrico está dado por:

$$\Delta V = \frac{L * P}{K * S * V}$$

Dónde

ΔV : Variación de tensión, en Voltios. Para una caída de tensión de 1%, la variación es de 4 voltios.

L: Longitud del conductor, en m

P: Potencia activa, en Watt.

K: Conductividad eléctrica del cobre. 56 Ohmios - m/mm²

S: Sección del conductor, en mm².

V: Tensión de servicio, en voltios.

En la tabla 15, se muestra el cálculo de la sección del conductor eléctrico para una caída

Tabla 15: Caída de Tensión.

Línea de Producción	Motor eléctrico de:	Potencia Instada (KW)	Tensión de servicio (Voltios)	Longitud (m)	Sección del conductor (mm ²)
Línea de Producción 1	Pulidora 1	37.3	380	34	14.90
	Pulidora 2	37.3	380	33	14.46
	Pulidora 3	37.3	380	30	13.15
	Pulidora 4	37.3	380	28	12.27
	Clasificador de grano por tamaño 1	7.8	380	32	2.93
	Clasificador de grano por tamaño 2	7.8	380	32	2.93
	Clasificador de grano por tamaño 3	7.8	380	34	3.12
	Clasificador de grano por tamaño 4	7.8	380	34	3.12
	Ventilador Centrífugo 1	5.6	380	32	2.11
	Ventilador Centrífugo 2	5.6	380	34	2.24
	Ventilador Centrífugo 3	5.6	380	33	2.17
	Ventilador Centrífugo 4	5.6	380	34	2.24
	Descascaradora 1	7.5	380	43	3.79
	Descascaradora 2	7.5	380	45	3.96
	Descascaradora 3	7.5	380	43	3.79
	Descascaradora 4	7.5	380	43	3.79
Línea de Producción 1	Pulidora 1	37.3	380	24	10.52
	Pulidora 2	37.3	380	23	10.08
	Pulidora 3	37.3	380	25	10.96
	Clasificador de grano por tamaño 1	7.8	380	21	1.92
	Clasificador de grano por tamaño 2	7.8	380	32	2.93
	Clasificador de grano por tamaño 3	7.8	380	30	2.75
	Ventilador Centrífugo 1	5.6	380	43	2.83
	Ventilador Centrífugo 2	5.6	380	41	2.70
	Ventilador Centrífugo 3	5.6	380	41	2.70
	Descascaradora 1	7.5	380	27	2.38
Descascaradora 2	7.5	380	29	2.56	

Fuente: Autoría Propia.

Selección de Motores Eléctricos.

Se realizó el cálculo de la potencia eléctrica de los motores eléctricos, en función a la capacidad máxima de corriente eléctrica que consumen cada uno de ellos y del factor de potencia.

Se hizo la medición de la intensidad de corriente eléctrica en el motor eléctrico, utilizando la pinza amperimétrica PRASEK PR 202a. La medición se hizo en el momento en el cual el mecanismo que acciona el motor eléctrico está en su máxima capacidad.

En la tabla 16, se tiene el registro de las mediciones de las intensidades de corriente eléctrica y del factor de potencia, en la línea del circuito de alimentación de los motores eléctricos de mayor consumo de las líneas de producción.

Tabla 16. Medición de Intensidad de corriente eléctrica y Factor de Potencia.

Línea de Producción	Motor eléctrico de:	Potencia Activa Instada (KW)	Medición de Intensidad de corriente (Amperios) a diferente plena carga							Medición de Factor de Potencia
			25% Plena Carga	45% Plena Carga	65% Plena Carga	75% Plena Carga	80% Plena Carga	85% Plena Carga	100% Plena Carga	
Línea de Producción 1	Pulidora 1	37.3	14.1	25.4	36.7	42.4	45.2	48.0	56.5	0.86
	Pulidora 2	37.3	13.3	23.9	34.6	39.9	42.6	45.2	53.2	0.84
	Pulidora 3	37.3	9.9	17.8	25.7	29.7	31.7	33.7	39.6	0.91
	Pulidora 4	37.3	12.8	23.0	33.3	38.4	41.0	43.5	51.2	0.84
	Clasificador de grano por tamaño 1	7.8	2.5	4.4	6.4	7.4	7.8	8.3	9.8	0.97
	Clasificador de grano por tamaño 2	7.8	2.8	5.1	7.3	8.5	9.0	9.6	11.3	0.92
	Clasificador de grano por tamaño 3	7.8	1.9	3.4	4.9	5.7	6.1	6.5	7.6	0.89
	Clasificador de grano por tamaño 4	7.8	2.0	3.5	5.1	5.9	6.2	6.6	7.8	0.91
	Ventilador Centrífugo 1	5.6	1.4	2.5	3.6	4.2	4.5	4.8	5.6	0.87
	Ventilador Centrífugo 2	5.6	1.6	2.9	4.2	4.9	5.2	5.5	6.5	0.88
	Ventilador Centrífugo 3	5.6	1.1	2.0	2.9	3.4	3.6	3.8	4.5	0.84
	Ventilador Centrífugo 4	5.6	1.7	3.0	4.4	5.0	5.4	5.7	6.7	0.88
	Descascaradora 1	7.5	2.8	5.1	7.3	8.5	9.0	9.6	11.3	0.84
	Descascaradora 2	7.5	2.6	4.7	6.8	7.9	8.4	8.9	10.5	0.91
	Descascaradora 3	7.5	2.3	4.2	6.0	7.0	7.4	7.9	9.3	0.86
	Descascaradora 4	7.5	2.5	4.4	6.4	7.4	7.8	8.3	9.8	0.93
	Línea de Producción 1	Pulidora 1	37.3	13.6	24.4	35.3	40.7	43.4	46.2	54.3
Pulidora 2		37.3	9.3	16.7	24.1	27.8	29.7	31.5	37.1	0.89
Pulidora 3		37.3	12.2	22.0	31.8	36.7	39.1	41.6	48.9	0.9
Clasificador de grano por tamaño 1		7.8	2.6	4.7	6.8	7.8	8.3	8.8	10.4	0.84
Clasificador de grano por tamaño 2		7.8	2.8	5.0	7.3	8.4	9.0	9.5	11.2	0.88

Clasificador de grano por tamaño 3	7.8	2.3	4.2	6.0	7.0	7.4	7.9	9.3	0.84
Ventilador Centrífugo 1	5.6	1.2	2.1	3.0	3.5	3.7	3.9	4.6	0.86
Ventilador Centrífugo 2	5.6	1.4	2.5	3.6	4.2	4.5	4.8	5.6	0.84
Ventilador Centrífugo 3	5.6	1.1	1.9	2.8	3.2	3.4	3.7	4.3	0.88
Descascaradora 1	7.5	2.8	5.0	7.3	8.4	9.0	9.5	11.2	0.84
Descascaradora 2	7.5	2.7	4.9	7.1	8.2	8.7	9.3	10.9	0.93

Fuente: Mediciones Realizadas.

Con el valor de la intensidad de corriente eléctrica y el factor de potencia, se determinó la potencia activa de cada uno de los motores eléctricos, utilizando la expresión:

$$P = \frac{\sqrt{3} * I * V * \text{Cos}\theta}{1000}$$

Dónde:

P: Potencia Activa, en KW

I: Intensidad de corriente eléctrica, en Amperios.

V: Tensión Nominal. 380 Voltios.

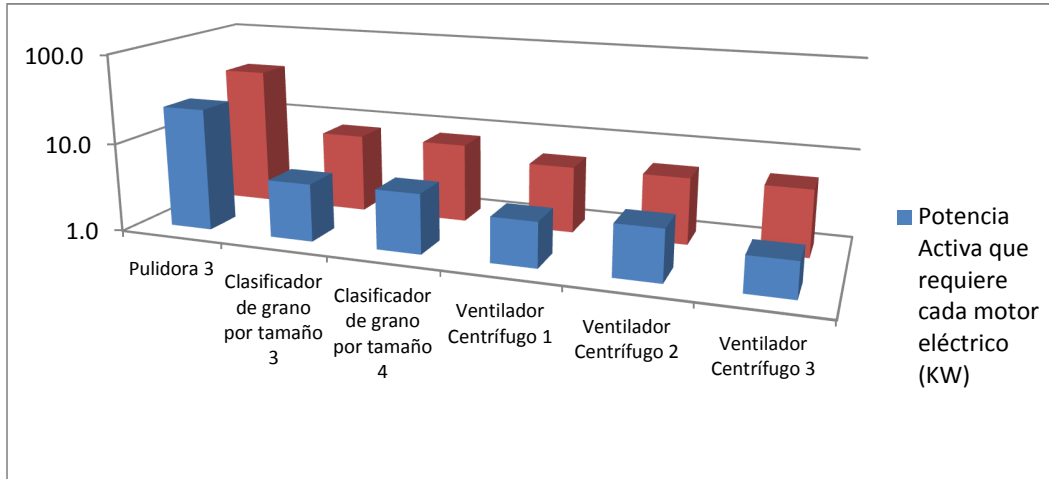
Cosθ: Factor de Potencia.

Utilizando la expresión de la potencia activa, en la tabla 16, se calculó el valor de la potencia activa que requiere cada uno de los motores eléctricos de las dos líneas de producción del Molino El Centro, y con ello se hizo la comparación de la potencia activa que requiere cada motor eléctrico, con la potencia instalada que actualmente tiene cada motor eléctrico.

Tabla 17. Cálculo de la Potencia Activa que requiere cada motor eléctrico.

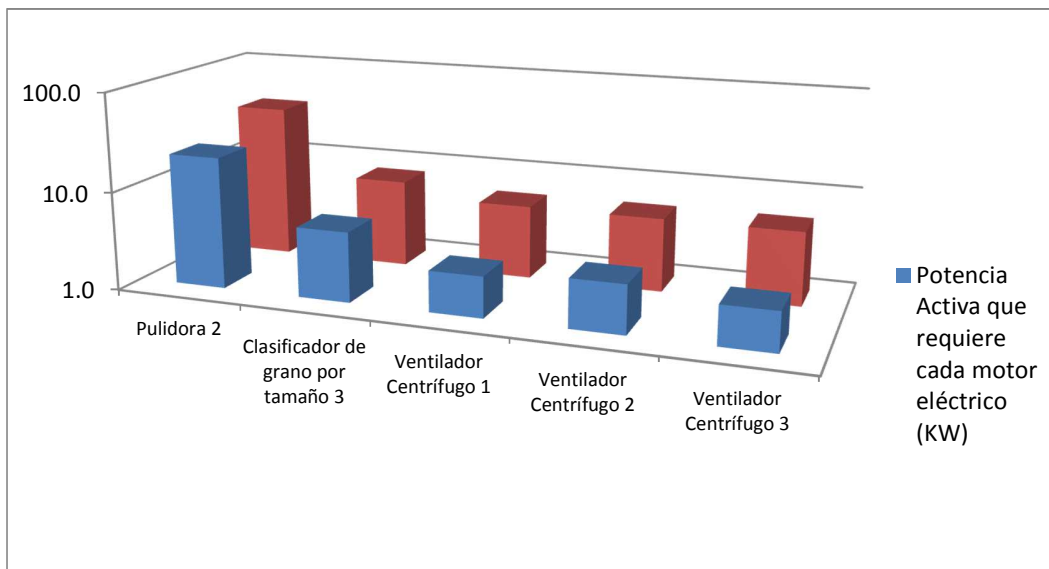
Línea de Producción	Motor eléctrico de:	Potencia Activa Instada (KW)	Potencia Activa que requiere cada motor eléctrico (KW)
Línea de Producción 1	Pulidora 1	37.3	31.9
	Pulidora 2	37.3	29.4
	Pulidora 3	37.3	23.7
	Pulidora 4	37.3	28.3
	Clasificador de grano por tamaño 1	7.8	6.2
	Clasificador de grano por tamaño 2	7.8	6.8
	Clasificador de grano por tamaño 3	7.8	4.4
	Clasificador de grano por tamaño 4	7.8	4.7
	Ventilador Centrífugo 1	5.6	3.2
	Ventilador Centrífugo 2	5.6	3.8
	Ventilador Centrífugo 3	5.6	2.5
	Ventilador Centrífugo 4	5.6	3.9
	Descascaradora 1	7.5	6.2
	Descascaradora 2	7.5	6.3
	Descascaradora 3	7.5	5.3
	Descascaradora 4	7.5	6.0
Línea de Producción 1	Pulidora 1	37.3	31.8
	Pulidora 2	37.3	21.7
	Pulidora 3	37.3	28.9
	Clasificador de grano por tamaño 1	7.8	5.7
	Clasificador de grano por tamaño 2	7.8	6.5
	Clasificador de grano por tamaño 3	7.8	5.1
	Ventilador Centrífugo 1	5.6	2.6
	Ventilador Centrífugo 2	5.6	3.1
	Ventilador Centrífugo 3	5.6	2.5
	Descascaradora 1	7.5	6.2
	Descascaradora 2	7.5	6.7

Fuente: Auditoria Propia.



AUTORIA: PROPIA

figura 23 Comparación potencia activa instalada con potencia activa requerida, línea de producción 1.



AUTORIA: PROPIA

figura 24 Comparación potencia activa instalada con potencia activa requerida, línea de producción 2

De la tabla 16, se establece la relación que existe entre la potencia activa que requiere cada motor eléctrico y la potencia activa instalada actual del motor eléctrico, a fin de determinar el porcentaje entre ambos valores; y se estableció que se requiere el cambio de motores eléctricos en el cual la relación entre la potencia requerida con la potencia instalada, sea menor al 65%. En la tabla 18, se muestran los motores eléctricos con valores de relación menores al 65%

Tabla 18. Selección de Motores Eléctricos sub dimensionados.

Línea de Producción	Motor eléctrico de:	Potencia Activa Instada (KW)	Potencia Activa que requiere cada motor eléctrico (KW)	Relación potencia requerida / Potencia Instalada
1	Pulidora 3	37.3	23.7	0.64
	Clasificador de grano por tamaño 3	7.8	4.4	0.57
	Clasificador de grano por tamaño 4	7.8	4.7	0.60
	Ventilador Centrífugo 1	5.6	3.2	0.57
	Ventilador Centrífugo 2	5.6	3.8	0.67
	Ventilador Centrífugo 3	5.6	2.5	0.44
2	Pulidora 2	37.3	21.7	0.58
	Ventilador Centrífugo 1	5.6	2.6	0.46
	Ventilador Centrífugo 2	5.6	3.1	0.55
	Ventilador Centrífugo 3	5.6	2.5	0.44

Fuente: Autoría Propia.

De la tabla 17, se determinó que en la línea de producción 1, existe 6 motores eléctricos con potencia activa instalada muy superior a la que se requiere, siendo el motor de mayor potencia instalada de 37.3 KW, el cual acciona a la pulidora 3, sin embargo solo requiere de una potencia activa de 23.7 KW, teniendo un porcentaje de dicha relación de 64%. En la línea de producción existen 5 motores eléctricos con potencia activa instalada muy superior a la que se requiere, siendo la pulidora 2, con potencia activa instalada de 37.3 KW, y potencia activa requerida de 21.7 KW, teniendo un porcentaje de relación del 58%.

4.4 Hacer una evaluación económica de la implementación de la norma ISO 50001 en la Molinera El Centro SCRL.

4.4.1. Inversión Inicial de la Propuesta.

La inversión inicial de la propuesta, se detalla en la tabla 18, el cual asciende a un valor de 25040 Soles.

Tabla 19. Inversión Inicial

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Equipamiento					
1	Variador de Velocidad, 380 V, 30 KW	Unidad	5	1150	5750
2	Variador de Velocidad, 380 V, 20 KW	Unidad	2	1150	2300
3	Conductor Eléctrico THW-16 mm2	Metros Lineales	1500	1.2	1800
4	Conductor Eléctrico THW-6 mm2	Metros Lineales	850	1.2	1020
5	Motor Eléctrico 380 V, 24 KW	Unidad	2	1450	2900
6	Motor Eléctrico 380 V, 5KW	Unidad	8	950	7600
Subtotal 1					21370
Implementación de la Norma ISO 5001					
7	Gestor Energético	Sueldo	1	2200	2200
8	Generación de Formatos	Unidad	1	350	350
Subtotal 2					2550
Capacitación de Personal					
9	Curso de capacitación norma ISO 50001, 20 Horas	Unidad	4	280	1120
Subtotal 3					1120
TOTAL (S/.)					25040

Fuente: Autoría Propia.

4.4.2. Ingresos del proyecto.

Los ingresos del proyecto están dados por el ahorro en el consumo de energía eléctrica, por la instalación de los variadores de velocidad, y por el cambio de conductores eléctricos de los circuitos de alimentación de los motores eléctricos que accionan los mecanismos de la línea de proceso 1 y 2 del Molino el Centro.

Tabla 20. Ingresos estimados del Proyecto.

Ahorro	Ahorro de Energía Día (KW-H)	Ahorro de Energía Mes (KW-H)	Costo Promedio de Energía Eléctrica (S/ KW-H)	Ahorro Mensual (S/.)
Por Instalación de variadores de velocidad	356.34	9264	0.41	3798.2
Por cambio de conductores eléctricos	10.1	262.6	0.41	107.7
Total S/.				3905.9

Autoría: Propia.

4.4.3. Egresos del proyecto.

Costo de Mantenimiento.

Se consideró el 1% del costo de la inversión. Este valor se sustenta en lo establecido en el ministerio de energía y minas, para costos de auditorías energéticas. Es decir $0.01 * 3905.9 = 390.5$ Soles.

4.4.4. Flujo de caja del proyecto.

El flujo de caja se realiza con todos los ingresos, egresos e inversión inicial del proyecto, se analiza en el tiempo de 12 meses, debido a que es un proyecto de corto plazo.

Tabla 21 . Flujo de Caja de Proyecto.

Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión Inicial (S/.)	25040												
Ingresos (S/.)		3906	3906	3906	3906	3906	3906	3906	3906	3906	3906	3906	3906
Egresos (S/.)		391	391	391	391	391	391	391	391	391	391	391	391
Utilidad: Ingresos - Egresos (S/.)		3515	3515	3515	3515	3515	3515	3515	3515	3515	3515	3515	3515

Fuente: Autoría Propia.

4.4.5 Análisis con indicadores económicos.

Valor Actual Neto

Tasa de interés del 2.0% mensual. Tasa actual para proyectos de inversión del sector privado a corto plazo.

Utilidad actualizada al tiempo 0:

$$Ia = \frac{In * [(1 + i)] ^n - 1}{[i * (1 + i)^n]}$$

Dónde:

Ia: Utilidad

In: S/. 3515

i :Tasa de Interés: 2.0% mensual.

n : 12 meses

Utilizado el comando VNA de Microsoft Excel, se determinó en valor actualizado de las utilidades del proyecto.

Tabla 22. Cálculo del Valor Actual Neto

Mes	0	1	2	3	8	9	10	11	12		
Inversión Inicial (S/.)	25040										
Ingresos (S/.)		3906	3906	3906	3906	3906	3906	3906	3906		
Egresos (S/.)		391	391	391	391	391	391	391	391		
Utilidad: Ingresos - Egresos (S/.)		3515	3515	3515	3515	3515	3515	3515	3515	S/. 37,176.62	
										VNA(0.02,E7:P7)	

Fuente: Autoría Propia

$a = S/. 37176.62$

$VAN: 37176.62 - 25040 = S/. 12136.62$

Tasa Interna de Retorno

$$Inv = \frac{Ia * [(1 + TIR)^n - 1]}{[TIR * (1 + TIR)^n]}$$

Dónde:

Inversión Inicial S/. 25040

Ia: S/. 3515

TIR: Tasa Interna de Retorno.

n; 12 Meses.

Utilizado el comando TIR de Microsoft Excel, se determinó en valor de la tasa interna de retorno del proyecto.

Tabla 23. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno

Mes	0	1	2	3	8	9	10	11	12	
Inversión Inicial (S/.)	25040									
Ingresos (S/.)		3906	3906	3906	3906	3906	3906	3906	3906	
Egresos (S/.)		391	391	391	391	391	391	391	391	
Utilidad: Ingresos - Egresos (S/.)	-25040	3515	3515	3515	3515	3515	3515	3515	3515	9.11%
										TIR(D7:P7)

Fuente: Autoría Propia.

TIR: 9.11% Mensual, que representa un valor superior a la tasa de interés mensual de 2.0 para proyectos de inversión a corto plazo

Relación Beneficio Costo

La relación beneficio / costo está dado por:

$B/C = \text{Utilidades Actualizadas al mes 0} / \text{Inversión inicial del Proyecto}$

Reemplazando valores: $37176.62 / 25040$, es de 1.48.

V DISCUSIÓN

La implementación de la Norma ISO 50001, en las instalaciones del Molino el Centro, disminuye el consumo de energía eléctrica, debido a tres factores determinantes como es el dimensionamiento de los motores eléctricos que accionan los mecanismos de los procesos de las líneas de producción 1 y 2, dedicados al pilado del arroz de cáscara.

Para el éxito de la disminución del consumo de energía eléctrica, no sólo depende de los aspectos técnicos, sino que depende fundamentalmente de la organización de la empresa y el interés que se tiene en el tema de la gestión energética, para lo cual se establecieron políticas energéticas, con la finalidad que el uso de la energía eléctrica se desarrolle de manera óptima. Se planearon 7 políticas energéticas, los cuales tienen tres etapas bien definidas de implementación, que son la planificación energética, la ejecución y la supervisión.

En principio se planteó el Involucramiento de todo el personal de la empresa en la gestión de la energía, siendo un aspecto vital debido que el conocer la forma de la utilización de la energía eléctrica por parte de todo el personal de la empresa, todas las áreas de la empresa, apuntan a la implementación de la misma. El uso eficiente de la energía eléctrica, en todas las áreas de la empresa, incluye instalaciones industriales, área administrativa, de control de calidad del producto.

Así mismo se planteó Implementar nuevas tecnologías y mejorar las existentes para consumir energía en las instalaciones de manera más eficiente. Mejorar los hábitos de consumo de energía por parte de los trabajadores y personal

perteneciente a empresas contratistas. La optimización del índice de consumo eléctrico, no mayor al 5% con respecto al mes anterior.

En el análisis del valor del índice de consumo eléctrico, se determinó que es variable en cada uno de los meses, por el lado de la producción, se puede observar que el mes que fue de mayor producción de pilado de arroz, se tuvo un valor de índice de consumo eléctrico de 30.3 KW- h/saco de 50 Kg, es decir un menor valor de índice con respecto al resto de meses. En el caso del mes de menor producción, se obtuvo un valor de 41.7 KW-h/saco de 50 Kg. Si se compara éste valor del índice con otros molinos de arroz, que tiene capacidades de producción similar, el índice de consumo eléctrico está muy lejos de 10 KW-H/saco de 50 Kg de arroz que se requiere.

En cuanto a los valores de Eficiencia de los motores eléctricos de los procesos de pilado, secado, glaseado, pulido de arroz, se estableció que tengan valores superiores al 85%. Además que la utilización a niveles de 65% de porcentaje de plena carga de los motores eléctricos, a fin de mejorar su eficiencia.

Se analiza numéricamente las proyecciones de consumo de energía y de máxima demanda para los próximos cinco años, teniendo un crecimiento sostenido del consumo de la energía y de máxima demanda, la proyección se realiza haciendo que la curva siga la misma tendencia, para lo cual se utiliza el método de regresión lineal y el método de regresión polinómica. La ecuación lineal es $Y = aX + b$. La ecuación polinómica es $Y = aX^2 + bX + c$

El uso de los variadores de velocidad en los motores eléctricos, en los mecanismos de transporte de material, es de relevancia, debido que actualmente, éstos funcionan a una sola velocidad, sin importar el flujo másico que ingresa a cada proceso, lo que conlleva a que se tengan tiempo de funcionamiento de los

motores eléctricos operando en vacío. La reducción del tiempo de funcionamiento de éstos motores eléctricos, garantizan que el proceso sea continuo. La programación a los variadores de frecuencia, se realiza desde PLC que controla el funcionamiento de los motores eléctricos de los elevadores de cangilones y de los ventiladores centrífugos de las dos líneas de producción.

Con la propuesta del uso de los variadores de frecuencia para los motores eléctricos de los transportadores de cangilones, optimiza el proceso productivo de pilado de arroz. Se hizo el diseño del sistema de mando para activación de PLC de los variadores de frecuencias de los motores eléctricos de elevadores de cangilones de diferentes potencias y de los motores de los ventiladores centrífugos, con 5 variadores de velocidad de 380 V, 25 KW y 3 Variadores de velocidad 380 V y 20 KW.

El dimensionamiento de los motores eléctricos, de acuerdo a la carga que tiene en cada uno de los mecanismos, con valores superiores al 65% entre la relación de la potencia activa que se requiere y de la potencia instalada, cumple con la política energética que plantea la norma ISO 50001.

VI CONCLUSIONES

- Se realizó el diagnóstico de la situación actual del consumo de energía eléctrica y los niveles de producción de pilado de arroz. El valor del índice de consumo eléctrico, es variable en cada uno de los meses, por el lado de la producción, se puede observar que el mes que fue de mayor producción de pilado de arroz, se tuvo un valor de índice de consumo eléctrico de 30.3 KW- h/saco de 50 Kg, es decir un menor valor de índice con respecto al resto de meses. En el caso del mes de menor producción, se obtuvo un valor de 41.7 KW-h/saco de 50 Kg.
- Se hizo el análisis de los procedimientos de la norma ISO 50001 y se adecuó a las instalaciones del Molino el Centro, siendo el establecimientos de 7 políticas energéticas, la planificación energética y la asignación de un gestor energético, para las labores de planificación, ejecución y verificación de las propuestas. Se hizo las proyecciones del consumo de energía eléctrica en función a los históricos de consumo.
- Para el ahorro de energía eléctrica en los motores eléctricos que activan los mecanismos del proceso productivo en la Molinera el Centro, se plantearon la utilización de variadores de Velocidad, la Corrección de la caída de tensión a través del dimensionamiento de los conductores por caída de tensión y capacidad de corriente eléctrica; y el cambio de 8 motores eléctricos, de acuerdo a la relación de la potencia requerida y la potencia activa instalada.
- Se hizo la evaluación económica, con un valor actual neto de 12136.62 Soles, una tasa interna de retorno del 9.11% y relación beneficio costo de 1.48, indicadores que hacen factible la ejecución de la propuesta.

VII RECOMENDACIONES

- Implementar mecanismos de comunicación directa entre las áreas de producción y administración a fin de que los requerimientos de repuestos, se realicen dentro del plazo planificado.
- La automatización de los procesos productivos, con la finalidad de optimizar los tiempos de funcionamiento de los motores eléctricos de las líneas de producción.
- La reubicación de los equipos, con la finalidad de disminuir las distancias del transporte de la materia prima.

REFERENCIAS

ACOLTZI HIGINIO, *Gestión de Energía ISO50001*. México, 2011.

BAZAN, José y DELGADO, Pedro. 2014. Aprovechamiento Energético y Reducción de Pérdidas en la Escuela de Postgrado Señor de Sipán. Lambayeque, Perú: Universidad Señor de Sipán, 2014.

CENTRO DE FORMACIÓN PARA LA INTEGRACIÓN REGIONAL. (2009, Diciembre) CEFIR. [Online]. <http://cefir.org.uy>

COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA , *Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía*. Mexico, D.F., México: Conuee/GIZ, 2014, pp. 15, 16.

CUENCA MENDIETA, "Factibilidad de la norma ISO50001 en la Central Hidroeléctrica Carlos Mora Carrión.," Universidad de Cuenca Facultad de Ciencias Químicas, Loja, Maestría en planificación y gestión energética 2014.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FLUR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT. (2014, Febrero) GIZ. [Online]. <http://giz.de>

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, "International Energy Statistics," Washington DC, Table notes 2014.

FUNDACIÓN MAPFRE, *Guía práctica para la implementación de un Sistema de Gestión Energética*. Henares, España: AEDHE, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. (2018, Diciembre) INEI. [Online]. <http://inei.gob.pe>

INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION, , ISO copyright office, Ed. Geneva, Switzerland, 2011, p. 30.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. (2015, Setiembre) MINEM. [Online]. minim.gob.pe

ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA, "Balance Nacional de Energía 2014," OSINERGMIN, Lima, 2014.

LAITON ROMERO, "Viabilidad técnica y operativa para implementar un sistema de gestión energética en una refinería de Colombia basado en la metodología del estándar ISO50001," Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2013.

SECRETARÍA GENERAL DE ISO, "Gana el desafío de la Energía con ISO50001," International Standard Organization, Ginebra, 2011.

INTERNATIONAL GLOBAL CERTIFICATION, *ISO 50001 Sistemas de Gestión Energética*. Guatemala: IGC, 2010.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, *Ley N°27245*. Lima, Perú, 2007.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, *Decreto Supremo N°053-2007*. Lima, Perú, 2007.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, *Decreto Supremo N°034-2008*. Lima, Perú, 2008.

DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRICIDAD, *Plan referencial del uso eficiente de la energía 2009 - 2018*. Lima, Perú, 2009.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, *Resolución Ministerial N°469-2009*. Lima, Perú, 2009.

DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRICIDAD, *Guía de estándares mínimos de eficiencia energética*. Lima, Perú, 2009.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, *Decreto Supremo N°026-2010*. Lima, Perú, 2010.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, *Resolución Ministerial N°038-2009*. Lima, Perú, 2009.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables. AUTORÍA PROPIA.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>INDEPENDIENTE</p> <p>Implementación De Procedimientos De La Norma ISO 50001</p>	<p>Esta Norma Internacional especifica los requisitos de un sistema de gestión de la energía (SGEn) de una organización para desarrollar e implementar una política energética, establecer objetivos, metas, y planes de acción que tengan en cuenta los requisitos legales y la información relacionada con significativo consumo de energía</p>	<p>Medición de los parámetros que exigen los Requisitos para que una organización establezca, implemente, mantenga y mejore un SGEn, lo que permite a la organización adoptar un enfoque sistemático, con el fin de lograr la mejora continua de la eficiencia energética y ahorro de energía.</p>	<p>Eficiencia energética, Ahorro de energía</p>	<p>Kw-H Soles Toneladas</p>
<p>DEPENDIENTE: Consumo De Energía Eléctrica</p>	<p>Cantidad de energía eléctrica que consume la instalación industrial, y que se factura de acuerdo a pliego tarifario que la planta industrial tiene con la empresa concesionaria de energía eléctrica.</p>	<p>Su variación está en función a los valores de la variación de la intensidad de corriente eléctrica (Amperios), en el periodo de un mes. Esta intensidad de corriente eléctrica, relacionada con el valor de factor de potencia y la diferencia de tensión, determinan el tipo de consumo de energía eléctrica activa, reactiva y aparente.</p>	<p>Intensidad de Corriente eléctrica, frecuencia eléctrica, tensión eléctrica, factor de potencia, factor de carga.</p>	<p>Amperios, Hertz Voltios, Porcentaje.</p>

Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

GUÍA DE OBSERVACIÓN 1

Índice de Consumo Eléctrico para pilado de arroz

Instrucciones: Realice el registro de consumo eléctrico y nivel de procesamiento de arroz pilado a fin de determinar el índice de consumo eléctrico (ICE)

$$\text{ICE} = (\text{Energía Activa Total KW-h} / \text{N}^\circ \text{ Sacos 50 Kg})$$

Mes	Procesamiento arroz Pilado (Sacos 50 Kg)	Procesamiento arroz Pilado T.M	Energía Activa Total KW-h	I.C.E (KW-H/N° Sacos 50 Kg)
ene-19	5406	270296.5	163979.9	30.3
feb-19	3548	177402.1	122998.8	34.7
mar-19	3725	186269.1	139080.9	37.3
abr-19	4125	206263.9	134759.1	32.7
may-19	4965	248232.2	168797.9	34.0
jun-19	4558	227891.5	148889.1	32.7
jul-19	3921	196032.2	147677.6	37.7
ago-19	3008	150412.1	119326.9	39.7
sep-19	2870	143491.1	115749.5	40.3
oct-19	2474	123710.3	103091.9	41.7
nov-19	4283	214131.1	134188.8	31.3
dic-19	3940	197023.8	145797.6	37.0
ene-20	5046	252312.0	159797.6	31.7
feb-20	3521	176053.5	120890.1	34.3

FUENTE: AUTORÍA PROPIA

GUÍA DE OBSERVACIÓN 2

Medición de Parámetros Eléctricos

Instrucciones: Realice el registro de la intensidad del corriente eléctrica y del factor de potencia de los motores eléctricos, cuando los mecanismos que accionan funcionen a plena carga.

Línea de Producción	Motor eléctrico de:	Potencia Activa Instada (KW)	Medición de Intensidad de corriente (Amperios)	Medición de Factor de Potencia
Línea de Producción 1	Pulidora 1	37.3	56.5	0.86
	Pulidora 2	37.3	53.2	0.84
	Pulidora 3	37.3	39.6	0.91
	Pulidora 4	37.3	51.2	0.84
	Clasificador de grano por tamaño 1	7.8	9.8	0.97
	Clasificador de grano por tamaño 2	7.8	11.3	0.92
	Clasificador de grano por tamaño 3	7.8	7.6	0.89
	Clasificador de grano por tamaño 4	7.8	7.8	0.91
	Ventilador Centrífugo 1	5.6	5.6	0.87
	Ventilador Centrífugo 2	5.6	6.5	0.88
	Ventilador Centrífugo 3	5.6	4.5	0.84
	Ventilador Centrífugo 4	5.6	6.7	0.88
	Descascaradora 1	7.5	11.3	0.84
	Descascaradora 2	7.5	10.5	0.91
	Descascaradora 3	7.5	9.3	0.86
	Descascaradora 4	7.5	9.8	0.93
Línea de Producción 1	Pulidora 1	37.3	54.3	0.89
	Pulidora 2	37.3	37.1	0.89
	Pulidora 3	37.3	48.9	0.9
	Clasificador de grano por tamaño 1	7.8	10.4	0.84
	Clasificador de grano por tamaño 2	7.8	11.2	0.88
	Clasificador de grano por tamaño 3	7.8	9.3	0.84
	Ventilador Centrífugo 1	5.6	4.6	0.86
	Ventilador Centrífugo 2	5.6	5.6	0.84
	Ventilador Centrífugo 3	5.6	4.3	0.88
	Descascaradora 1	7.5	11.2	0.84
	Descascaradora 2	7.5	10.9	0.93

FUENTE: AUTORÍA PROPIA.

GUÍA DE OBSERVACIÓN 3

Medición de Parámetros Eléctricos

Instrucciones: Realice el registro de la tensión en el punto de alimentación del motor eléctrico. Mida tres veces el valor de la tensión y establezca el promedio de las mediciones

Línea de Producción	Motor eléctrico de:	Potencia Instalada (KW)	Tensión de servicio	Medición de Tensión (Voltios)			
				Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Promedio
Línea de Producción 1	Pulidora 1	37.3	380	376	372	373	373.7
	Pulidora 2	37.3	380	367	369	371	369.0
	Pulidora 3	37.3	380	373	371	371	371.7
	Pulidora 4	37.3	380	373	367	373	371.0
	Clasificador de grano por tamaño 1	7.8	380	367	367	369	367.7
	Clasificador de grano por tamaño 2	7.8	380	378	371	374	374.3
	Clasificador de grano por tamaño 3	7.8	380	371	369	369	369.7
	Clasificador de grano por tamaño 4	7.8	380	368	371	371	370.0
	Ventilador Centrifugo 1	5.6	380	371	367	368	368.7
	Ventilador Centrifugo 2	5.6	380	367	368	369	368.0
	Ventilador Centrifugo 3	5.6	380	371	370	370	370.3
	Ventilador Centrifugo 4	5.6	380	371	370	367	369.3
	Descascaradora 1	7.5	380	367	365	364	365.3
	Descascaradora 2	7.5	380	361	363	364	362.7
	Descascaradora 3	7.5	380	371	373	370	371.3
	Descascaradora 4	7.5	380	368	371	370	369.7
Línea de Producción 1	Pulidora 1	37.3	380	365	367	371	367.7
	Pulidora 2	37.3	380	371	367	371	369.7
	Pulidora 3	37.3	380	369	371	368	369.3
	Clasificador de grano por tamaño 1	7.8	380	367	367	364	366.0
	Clasificador de grano por tamaño 2	7.8	380	376	372	373	373.7
	Clasificador de grano por tamaño 3	7.8	380	371	372	370	371.0
	Ventilador Centrifugo 1	5.6	380	373	370	369	370.7
	Ventilador Centrifugo 2	5.6	380	371	372	371	371.3
	Ventilador Centrifugo 3	5.6	380	367	372	373	370.7
	Descascaradora 1	7.5	380	373	371	371	371.7
Descascaradora 2	7.5	380	376	372	373	373.7	

FUENTE: AUTORÍA PROPIA