

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE GESTIÓN ENERGÉTICA INTEGRADO EN LA MEJORA CONTINUA EN UNA EMPRESA EMBOTELLADORA”

Tesis presentada por la Bachiller:
Moreno Arévalo, María Jimena

Para optar el título profesional de:
Ingeniero Industrial

Asesor:
Dr. Carrasco Bocángel, Julio Cesar

AREQUIPA – PERÚ

2018

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL



INFORME DICTAMINATORIO
DE BORRADOR DE TESIS

VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

Implementación de un Sistema de Control de
Gestión Energética integrado en la mejora continua
en una Empresa Embotelladora.

PRESENTADO POR (EL/LAS) BACHILLER (E/S):

Moreno Arévalo María Jimena

NUUESTRO DICTAMEN ES:

Favorable

OBSERVACIONES:

Arequipa, 02 de Mayo del 2018


JURADO DICTAMINADOR
Nombre: César
Carrasco Borangel
Código: 2825


JURADO DICTAMINADOR
Nombre: EFRAÍN RAFAEL
MURILLO QUISPE
Código: 1986

Dedicatoria

Dedico este esfuerzo a:

A Dios!!!

A mi familia con afecto a mis padres y a mi hermano por el apoyo que me brindaron durante mi formación y educación, por sus consejos y por su valioso soporte para formarme como profesional.

A Dios y a ustedes por siempre, mi gratitud.



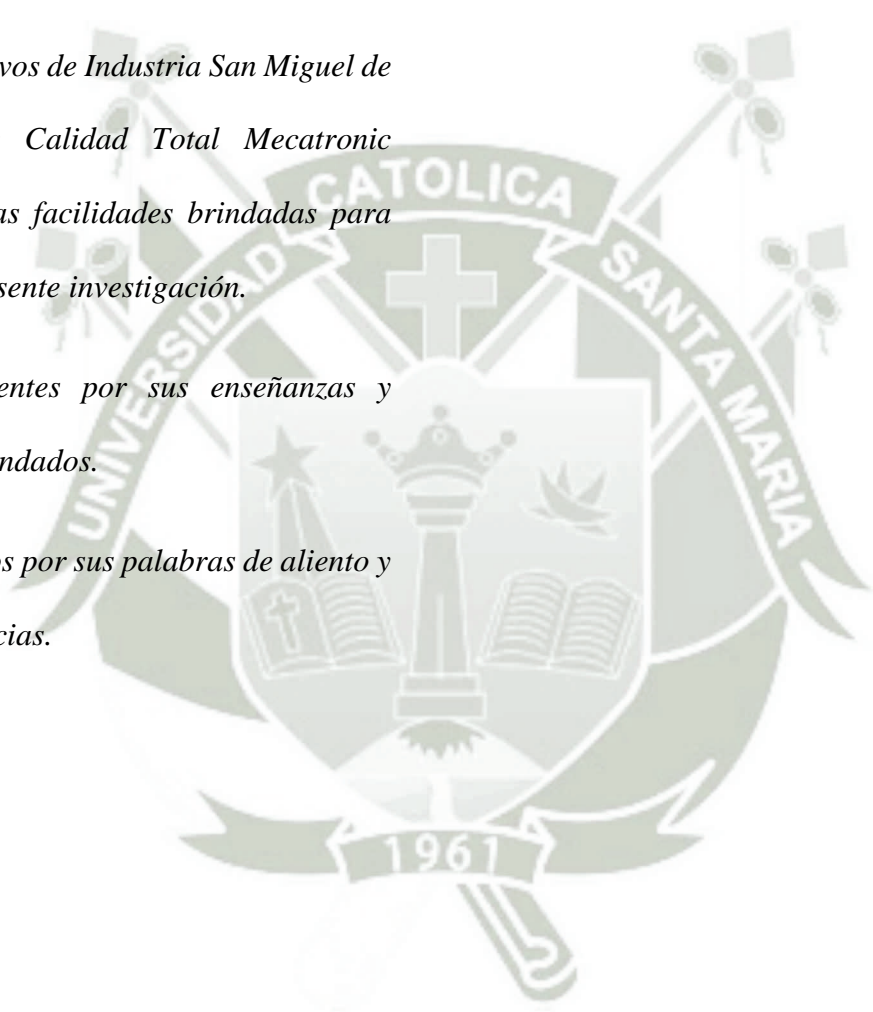
Agradecimiento

A la empresa Consorcio de Eficiencia Energética, en la Persona del Ing. Arturo Alatriza Corrales, de la cual formo parte, por el soporte brindado a mi persona durante mi formación como profesional.

A los directivos de Industria San Miguel de Arequipa y Calidad Total Mecatronica EIRL por las facilidades brindadas para realizar presente investigación.

A mis docentes por sus enseñanzas y consejos brindados.

A mis amigos por sus palabras de aliento y sus sugerencias.



Resumen

En la actualidad, la gestión de energía en la actividad industrial es un tema de importancia. En ese marco, esta investigación tuvo como objetivo principal implementar un sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua para mejorar el consumo de energía eléctrica en la empresa productora de bebidas Industrias San Miguel de Arequipa (ISM). La investigación tuvo un diseño experimental debido a que se implementó el software *Mentor Monitor* para mejorar el consumo de energía eléctrica mediante la optimización del proceso de toma de decisiones. El nivel de investigación fue explicativo y correlación. Los resultados de esta investigación fueron: i) El sistema de gestión de la energía de ISM Arequipa enfrenta desperdicios de consumo de energía eléctrica no controlados. ii) La teoría relacionada con este estudio permitió integrar el sistema de control de gestión energética para el óptimo desarrollo de la investigación. iii) Se identificó que los suministros 270120 y 221125 son los que mayor consumo eléctrico presentan, además de saber bajo qué regímenes de energía eléctrica opera la industria. iv) Se integró en la mejora continua el sistema de control de gestión energética para Industria San Miguel de Arequipa mediante la herramienta *Mentor Monitor para la optimización de toma de decisiones*. v) La implementación de este sistema de control de gestión de energía integrado en la mejora continua permitió en el periodo de mayo a diciembre del 2017 ahorrar el consumo de energía eléctrica en 473800 kWh en relación al mismo periodo del año 2016, equivalente al 8.46%, así mismo, el beneficio costo fue totalmente favorable con un índice beneficio/costo de 1.5156.

Palabras clave: Sistema de control de gestión energética, Mejora continua.
Software Mentor Monitor

Abstract

Currently, energy management in industrial activity is an important issue. This research had as a main objective to implement an energy management control system integrated to the continuous improvement to optimize the consumption of electric energy in the soft drink company Industria San Miguel de Arequipa (ISM). The research had an experimental design because we implemented the *Mentor Monitor* software to improve the consumption of electrical energy by optimizing the decision-making process. The level of investigation was explanatory and correlation. The results of this research were:

- i) The energy management system of ISM, Arequipa faces waste of uncontrolled electricity consumption.
- ii) The theory related to this study allowed us to integrate the energy management control system for the optimal development of the research.
- iii) It was identified that supply 270120 and 220125 are the ones with the highest reading of electrical consumption, as well as knowing under what regimes of electric power the industry operates.
- iv) The energy management control system for Industria San Miguel de Arequipa was integrated into the framework of continuous improvement through the *Mentor Monitor* tool for the optimization of decision making.
- v) The implementation of this energy management control system integrated to the continuous improvement allowed in the period from May to December 2017 to save electricity consumption by 356862 kWh in relation to the same period of 2016, equivalent to 8.46%, likewise, the benefit cost was totally favorable with a benefit/cost ratio of 1.5156.

Keywords: Energy management control system, continuous improvement, Mentor Monitor software.

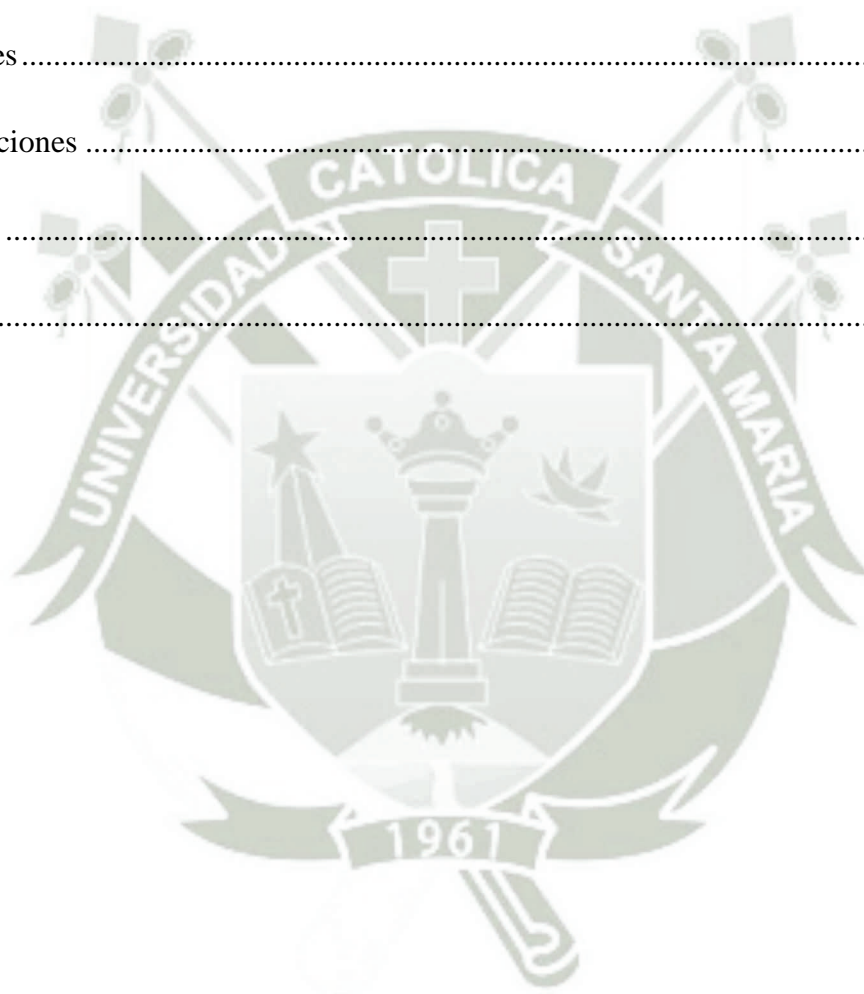
Índice general

Dedicatoria.....	II
Agradecimiento.....	III
Resumen.....	IV
Abstract.....	V
Índice general.....	VI
Índice de tablas.....	X
Índice de figuras.....	XII
Introducción.....	XIV
Capítulo I: Generalidades marco metodológico.....	1
1. Planteamiento teórico de la investigación.....	1
1.1. Identificación del problema.....	1
1.2. Descripción del problema.....	1
1.3. Formulación del problema.....	2
1.4. Justificación de la investigación.....	2
1.5. Delimitación de las fronteras de investigación.....	3
1.5.1. Delimitación espacial.....	3
1.5.2. Delimitación social.....	3
1.5.3. Delimitación temporal.....	4
1.6. Objetivos de la investigación.....	4
1.6.1. Objetivo general.....	4

1.6.2. Objetivos específicos.....	4
1.7. Hipótesis general.....	5
1.8. Variables dependientes e independientes.....	5
1.8.1. Variable independiente.....	5
1.8.2. Variable dependiente.....	6
1.9. Aspectos metodológicos.....	6
1.9.1. Nivel de investigación.....	6
1.9.2. Diseño de investigación.....	7
1.9.3. Población y muestra.....	7
1.9.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	7
Capítulo II: Marco teórico.....	9
2. Fundamentación teórica.....	9
2.1. Antecedentes de la investigación.....	9
2.2. Bases teóricas.....	12
2.2.1. Empresas embotelladoras.....	12
2.2.2. Energía eléctrica en las industrias.....	13
2.2.3. El control energético en las industrias.....	16
2.2.4. La gestión energética en una industria.....	16
Capítulo III: Descripción y análisis situacional de industria san miguel de Arequipa.....	24
3. Diagnóstico situacional.....	24
3.1. Reseña histórica de la empresa.....	24

3.2.	Información de la empresa	24
3.2.1.	Rubro y actividad principal de la empresa.....	24
3.2.2.	Misión y Visión.....	25
3.2.3.	Líneas de producción.	25
3.2.4.	Procesos productivos.	26
3.2.5.	Régimen laboral de la empresa.	29
Capítulo IV: Sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua para la optimización de la toma de decisiones.....		30
4.	Integración del sistema de control de gestión energética a la mejora continua.....	30
4.1.	Planificar	31
4.1.1.	Diagnóstico energético.....	31
4.1.2.	Línea base energética.....	49
4.1.3.	Evaluación del indicador de desempeño energético.	54
4.1.4.	Oportunidades de mejora.	59
4.2.	Hacer	62
4.2.1.	Diseño del sistema de control de gestión energética.	62
4.3.	Verificar	92
4.3.2.	Medición y análisis del sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua.	99
Capítulo V: Evaluación de la implementación del proyecto		111
5.1.	Evaluación de las mejoras obtenidas con el proceso de toma de decisiones.	111
5.2.	Evaluación económica.....	112

5.2.1. Cálculo del beneficio obtenido	112
5.2.2. Beneficio total alcanzado en términos de consumo de energía eléctrica en kWh y monetario (Soles).....	112
5.2.3. Calculo de costos	114
Inversión intangible.....	116
5.2. Índice beneficio-costo	117
Conclusiones.....	118
Recomendaciones	120
Bibliografía.....	121
Anexos	123



Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables independientes	5
Tabla 2. Operacionalización de variables dependientes	6
Tabla 3. Régimen laboral de Industria San Miguel, Arequipa	29
Tabla 4. Encuesta acerca del sistema de gestión de la energía	32
Tabla 5. Criterios de evaluación	37
Tabla 6.A Matriz de control de causas.....	38
Tabla 7.A Suministro 270120 que proporciona energía a los diferentes equipos	40
Tabla 8. Suministro 221125 que proporciona energía a los diferentes equipos	42
Tabla 9. Suministro 322616 que proporciona energía a los diferentes equipos	42
Tabla 10. Resumen del consumo de energía por suministro del 2016.....	43
Tabla 11. Matriz de identificación y evaluación de los usos y consumos energéticos en Industria San Miguel Arequipa.....	44
Tabla 12. Datos de producción en litros vs Consumo de energía en kWh del 2016	46
Tabla 13. Consumo teórico de energía eléctrica kWh del 2016	48
Tabla 14. Cálculo de meses eficientes en consumo de energía eléctrica (kWh) con datos de Industria San Miguel Arequipa.....	49
Tabla 15. Consumo meta de energía eléctrica kWh del 2016 en Industria San Miguel, Arequipa.....	51
Tabla 16. Datos para cálculo del ahorro de consumo energía eléctrica 2016.....	54
Tabla 17. Indicador de desempeño energético.....	55
Tabla 18. Datos de producción en litros vs consumo de energía en kWh de Industria San Miguel Arequipa	55
Tabla 19. Índice de consumo por mes del 2016.....	57
Tabla 20. Objetivos y metas energéticas.....	59

Tabla 21. Equipo técnico del proyecto	63
Tabla 22.A. Análisis del índice de consumo de energía eléctrica (puntos críticos)	89
Tabla 23. Comparación de tiempos en el proceso de toma de decisiones	98
Tabla 24. Datos de producción en litros, consumo de energía en kWh e Índice de consumo del 2017.....	103
Tabla 25. Comparación del índice de consumo de energía en Industria San Miguel, Arequipa	104
Tabla 26. Ahorro porcentual del consumo de energía eléctrica.....	107
Tabla 27. Calculo del precio promedio.....	108
Tabla 28. Beneficio alcanzado de consumo de energía eléctrica.....	109
Tabla 29. Comparación de tiempos en el proceso de toma de decisiones	111
Tabla 30. Ahorro anual por cargo ocupado en ISM Arequipa.....	112
Tabla 31. Ahorro total de consumo de energía eléctrica en kWh y en soles	113
Tabla 32.A. Costos tangibles para puesta en marcha del proyecto.....	114
Tabla 33. Costos intangibles para puesta en marcha del proyecto	116

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de la empresa a estudiar	3
Figura 2. Sistema de Suministro Eléctrico.....	14
Figura 3. Elementos del desempeño energético.....	19
Figura 4. Proceso de producción línea 1 – bebidas gasificadas en botellas de vidrio	26
Figura 5. Procesos de producción: Líneas 2, 3 y 5 – bebidas gasificadas y agua gasificada en botellas PET.....	27
Figura 6. Proceso de producción línea 4 – jugos pasteurizados y agua ozonizada en botellas PET	28
Figura 7. Sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua	30
Figura 8. Diagrama de Ishikawa para el análisis de causa y efecto aplicado a la gestión energética	35
Figura 9. Relación entre producción mensual (litros) y consumo eléctrico (kWh) 2016.....	47
Figura 10. CUSUM de producción (litros) y consumo eléctrico (kWh) en ISM, 2016.....	48
Figura 11. Relación entre producción mensual (l) y consumo eléctrico (kWh) - meses eficientes en con datos de Industria San Miguel Arequipa.....	50
Figura 12. Relación entre la producción mensual (l) y el consumo eléctrico (kWh) que define a la Línea base o consumo esperado	52
Figura 13. Representación gráfica de índice de consumo de energía por mes durante el año 2016 en la Industria San Miguel de Arequipa.	58
Figura 14. Proceso de toma de decisiones en base al sistema de control energética.....	61
Figura 15. Organigrama de proyecto para implementación de software Mentor Monitor	64
Figura 16. Ramas tecnológicas del software Mentor Monitor.....	65
Figura 17. Esquema de la arquitectura general del software Mentor Monitor	67
Figura 18. Arquitectura electrónica de Mentor Monitor.....	70

Figura 19. Arquitectura de la ingeniería del software Mentor Monitor.....	71
Figura 20. Proceso de toma de decisiones en base al sistema de control energética.....	74
Figura 21. Ingreso a software Mentor Monitor.....	77
Figura 22. Dashboard de Mentor Monitor	78
Figura 23.A Reporte de gestión energética generado por Mentor Monitor	80
Figura 24. Generador de consultas del software Mentor Monitor	84
Figura 25. Visualización de gráfica a partir del generador de consultas	86
Figura 26. Tabla de datos Mentor Monitor	88
Figura 27. Análisis del índice de consumo de energía eléctrica (puntos críticos).....	91
Figura 28. Proceso actual de toma de decisiones.....	94
Figura 29. Proceso de toma de decisiones en base al sistema de control energética.....	97
Figura 30. Mapa de procesos antes de la implementación del sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua en ISM Arequipa.....	100
Figura 31. Mapa de procesos después de la implementación del sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua en ISM Arequipa.....	101
Figura 32. Comparación del índice de consumo de energía en Industria San Miguel, Arequipa	104
Figura 33. Gestión energética convencional vs gestión energética basado en estudio de investigación	106
Figura 34. Beneficio alcanzado de consumo de energía eléctrica	107

Introducción

La energía es la fuerza que mueve todos los procesos para el desarrollo y bienestar humano. Es fundamental para la industria. Sin embargo, factores como su costo para obtenerla y las crecientes políticas de conservación del medio ambiente, motivan a gestionarla de la manera más adecuada. Así mismo, la electrónica y sistemas aportan también a la adecuada gestión de la energía mediante la creación de plataformas digitales.

Por otro lado, es importante destacar el hecho de la importancia de las organizaciones para el desarrollo económico de las sociedades. Entre ellas las empresas, particularmente las empresas industriales, destacan por ser generadoras de trabajo para las personas e impuesto para el desarrollo de las ciudades, regiones y países. En consecuencia, es importante desarrollar esfuerzos para consolidar la actividad de estas empresas mediante el uso de TICs para su adecuada gestión.

El constante crecimiento que tiene la demanda en el mercado nacional genera que las industrias mantengan en constante uso sus máquinas para satisfacer dicha demanda. Este hecho repercute en un incremento en el consumo de energía ocasionando el incremento en sus costos operativos. En consecuencia, un componente importante a considerar en el proceso de producción es el referente a la adecuada gestión de la energía empleada en los diferentes procesos.

Actualmente las industrias nacionales no llevan un control eficiente de su información generada en planta para la realización de análisis estadístico. Al tener un sistema tradicional de recolección de datos, generalmente hay pérdida de información y retrasos en la retroalimentación de esta. Este importante componente en el proceso productivo puede en el corto plazo ocasionar problemas en el control y planificación de la producción, ya sea debido a paradas de máquinas por mantenimiento no programados por la sobrecarga en el contexto operativo de los activos fijos. Finalmente, esto se traduce en un mayor consumo de energía eléctrica para su funcionamiento.

Dado que este proyecto de investigación está referido al control efectivo del consumo de energía y recolección eficaz de datos generados en planta, se ha considerado necesario integrar un sistema de control de gestión energética en la mejora continua.

Además, en la presente investigación se ha logrado la aplicación de un sistema informático (software) que permita gestionar la energía de manera conveniente en favor de la reducción de costes. Se trata del uso de tecnologías de información científica (TICs) que actualmente se constituyen en herramientas poderosas para el mejor desempeño de procesos. Este software tiene como finalidad analizar los datos en tiempo real generados por los mismos procesos internos de la empresa y con ello lograr que la interacción entre máquina y operador sea más versátil.

Capítulo I: Generalidades marco metodológico

1. Planteamiento teórico de la investigación

1.1. Identificación del problema

¿Cómo implementar un sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua en una empresa embotelladora?

1.2. Descripción del problema

La empresa conoce y utiliza indicadores para de alguna manera tratar de controlar su consumo de energía, pero no establece ciertos requisitos ni herramientas de medición y monitoreo que debe tener un sistema de gestión de la energía para poder ayudar a mejorar el consumo de energía eléctrica:

Problemas generales en la empresa productora de bebidas:

- Déficit formativo en TICs de gestión energética.
- Insuficientes herramientas para la gestión de energía.
- Desperdicios de energía generados por utilización excesiva de las máquinas, además de reprocesos.
- Incertidumbre en cuanto a la disponibilidad de la máquina y el consumo de energía que esta ha tenido.
- Escaso interés y conocimientos sobre herramientas de medición y monitoreo de consumo de energía eléctrica.

Al implementar el software de gestión energética, se obtendrán beneficios como:

Reducción en los costes de energía, debido al control de consumo energético por línea de producción.

- Mejorar su desempeño energético.

- Aumentar su eficiencia energética.
- Reducir impactos ambientales.
- Mejora la retroalimentación de la información obtenida en tiempo real.
- Alerta a los operadores ante posibles fallas.
- Incrementar ventajas competitivas.

1.3. Formulación del problema

En el sistema de gestión energética de Industrias San Miguel, existen desperdicios de energía no controlados, indisponibilidad de información lo que ocasiona que la empresa tenga baja eficiencia energética y bajo desempeño energético.

1.4. Justificación de la investigación

La justificación de la investigación está enfocada desde los siguientes aspectos:

- Primero, actualmente se cuenta con diversas tecnologías que benefician al desarrollo humano y en particular a las empresas industriales, la presente investigación considera el uso de una tecnología moderna aplicada a resolver aspectos necesarios en el proceso industrial de toma de decisiones para mejorar el desempeño energético de una empresa.
- Segundo, el consumo de energía es un componente muy importante en la producción para el desarrollo de las empresas, las cuales finalmente son de gran utilidad para el bienestar humano, el desarrollo de esta investigación permitirá

conocer el uso de la energía en las empresas embotelladoras que a su vez serán de utilidad en su adecuada gestión tendiente a reducir costes en la misma.

1.5. Delimitación de las fronteras de investigación

1.5.1. Delimitación espacial.

La empresa donde se realizará este estudio es: Industria San Miguel, ubicada en Cal. La florida nro. 204 Urb. Huaranguillo.



Figura 1. Ubicación geográfica de la empresa a estudiar

Fuente: Imagen obtenida de google maps

1.5.2. Delimitación social.

Los resultados de esta investigación tendrán como alcance en general a todas las empresas del sector manufactura que establezcan el requerimiento de

contar con un servicio para gestionar la energía en sus diferentes actividades productivas. Particularmente y acorde al desarrollo tecnológico este requerimiento es ofrecido por un software con capacidad de determinar el consumo de energía, su registro automatizado y luego de ser procesado sea útil a los directivos de las empresas para tomar decisiones para el ahorro de recursos y la maximización de las ganancias.

1.5.3. Delimitación temporal.

Desde mayo hasta diciembre del 2016 y también los mismos periodos del año 2017 ya que se realizará una comparación de consumo de energía eléctrica para dichos meses.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general.

Implementar un sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua en una empresa embotelladora.

1.6.2. Objetivos específicos.

- Formular el problema principal que enfrenta la empresa productora de bebidas y seleccionar el nivel y diseño de investigación del proyecto.
- Seleccionar y resumir la teoría vigente relacionada con la gestión energética, mejora continua y sobre uso de TIC's para optimizar los sistemas el sistema de gestión energética.
- Describir y analizar la situación actual de la industria a evaluar.

- Establecer el sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua para la optimización del proceso de toma de decisiones en la empresa embotelladora.
- Realizar una evaluación general de la implementación del proyecto.

1.7. Hipótesis general

Es factible que al implementar un sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua, permita a la empresa mejorar su gestión en cuanto a consumo de energía eléctrica.

1.8. Variables dependientes e independientes

1.8.1. Variable independiente.

La tabla 1 detalla la variable independiente en el diseño de la investigación.

Tabla 1. Operacionalización de variables independientes

Tipo de variable	Variable	Indicador	Descripción
Independiente	Sistema de control de gestión energética	Búsqueda de mejora del sistema de gestión energética.	Este Sistema de control de gestión energética estará integrado en la mejora continua lo que permitirá mejorar el desempeño energético

Fuente: Elaboración propia basado en estudio de investigación

1.8.2. Variable dependiente.

Los componentes de la operacionalización de la variable dependiente se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. Operacionalización de variables dependientes

Tipo de variable	Variable	Indicador	Descripción
Dependiente	% ahorro de consumo de energía eléctrica	% kWh	Este indicador permitirá identificar el ratio de consumo de energía eléctrica después de la implementación del sistema de control de gestión energética.

Fuente: Elaboración propia basado en estudio de investigación

1.9. Aspectos metodológicos

A continuación, se desarrollará el nivel y diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas de recolección de datos para lograr los objetivos de la investigación y validar la hipótesis general.

1.9.1. Nivel de investigación.

El presente trabajo de investigación por su tipo de conocimiento sigue los siguientes estudios, lo cual permitirá analizar y diagnosticar el problema formulado por lo se podrá introducir mejoras para tener un mayor control de la información.

- **Explicativo:** Busca responder las interrogantes del porque déficit en el sistema de gestión energético.

- **Correlacional:** Porque asocia conceptos y los variables expuestos en esta investigación, establece relación entre la variable sistema de control de gestión energética; y la variable % de ahorro de consumo eléctrico.

1.9.2. Diseño de investigación.

Esta investigación por su diseño es de tipo *experimental*, ya que se pretende implementar un sistema de control de gestión energética basado en la mejora continua para poder identificar los problemas relacionados con el sistema de gestión energético.

1.9.3. Población y muestra.

- **Población**

Energía eléctrica consumida en la elaboración de bebidas gasificadas, néctares y aguas de la empresa embotelladora de bebidas.

- **Muestra**

Muestra no Probabilística y corresponde a los Medidores de energía de la empresa.

1.9.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

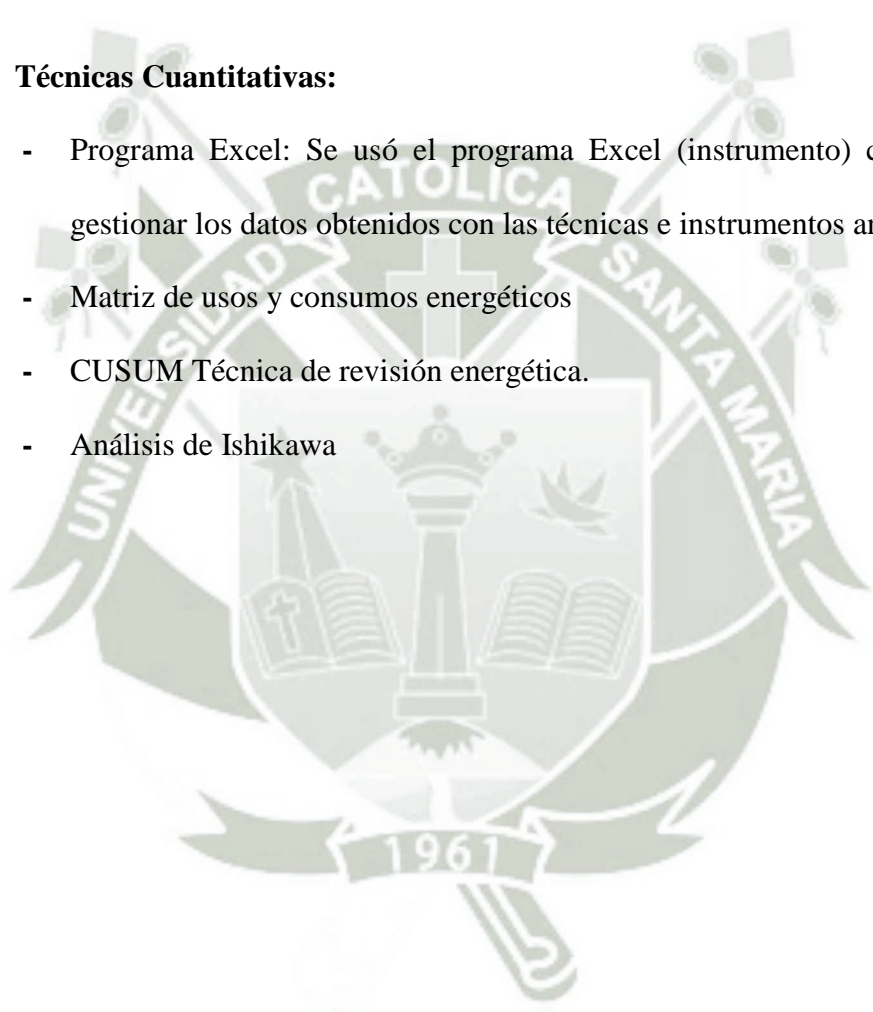
Las fuentes de información disponibles y técnicas de recolección de datos para el desarrollo de la mejora planteada:

Técnicas Cualitativas:

- Encuesta: Se usó una encuesta (técnica) que contenía un cuestionario estructurado de preguntas (instrumento) administrado al jefe de planta de la empresa.
- Medidores: Se usaron medidores (instrumentos) en la empresa para medir y evaluar el consumo de la energía en las diferentes etapas de la producción.

Técnicas Cuantitativas:

- Programa Excel: Se usó el programa Excel (instrumento) con el fin de gestionar los datos obtenidos con las técnicas e instrumentos antes citados.
- Matriz de usos y consumos energéticos
- CUSUM Técnica de revisión energética.
- Análisis de Ishikawa



Capítulo II: Marco teórico

2. Fundamentación teórica

2.1. Antecedentes de la investigación

En el presente trabajo se han recopilado algunos antecedentes de estudio que brindan información detallada sobre temas relacionados a la gestión energética de empresas manufactureras.

- **Título:** Implementación de un sistema de gestión energética para el incremento de la producción y ahorro de energía en la Empresa Cultimarine SAC- Samanco.
- **Autor:** Espinoza Yuri y Pérez Silvia.
- **Año:** 2016.
- **Resumen:** La presente tesis profesional es el trabajo de propuesta de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en la empresa Cultimarine SAC, para optimizar el uso del recurso energético y generar ahorros económicos a la empresa. El estudio pretende buscar la competitividad basada en la gestión de la energía eléctrica y térmica. Para ello, es necesario realizar un diagnóstico energético en las instalaciones de la planta, determinándose de esta manera acciones a ejecutar sin y con inversión. Dentro de las acciones a considerar, se demuestra los ahorros y beneficios logrados por: gestión tarifaria de la energía eléctrica, corrección de factor de potencia, compensación de la energía reactiva excesiva, implementación de líneas de distribución eficientes, implementación de luminarias eficientes, empleo de motores de alta eficiencia y revisión del dimensionado de tuberías. Los resultados obtenidos en la investigación se lograron a través de criterios técnicos de ingeniería, siendo necesaria también la evaluación económica mediante la aplicación de herramientas financieras como

el VAN, TIR, B/C, que nos permiten evaluar la rentabilidad del proyecto. De implementarse las propuestas del presente estudio, se estima un ahorro económico de S/. 388 623.44 nuevos soles en el mediano plazo.

- **Título:** Diseño y propuesta de un plan de gestión para mejora de la eficiencia energética eléctrica en la empresa avícola Yugoslavia S.A.C.
- **Autor:** Sinche Juan Manuel y Urbina Polo José Charly.
- **Año:** 2013.
- **Resumen:** Este estudio propone un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética eléctrica en una planta de Alimentos Balanceados, cuyas acciones propuestas permitirán optimizar el uso del recurso energético y generar ahorros económicos a la empresa. Los resultados obtenidos en la investigación se lograron a través de criterios técnicos de ingeniería, siendo necesaria también la evaluación económica mediante la aplicación de herramientas financieras como el VAN, TIR, B/C, que permiten evaluar la rentabilidad del proyecto.
- **Título:** Mejora del consumo energético y la eficiencia en las plantas concentradoras de ácidos de la empresa Exsa S.A.
- **Autor:** Paul Adalberto Torres Tuco.
- **Año:** Lima – Perú 2016.

- **Resumen:** El presente trabajo tiene como finalidad mejorar el consumo de energía eléctrica y la eficiencia en los procesos, ubicados en las plantas concentradoras de ácidos en la Empresa química de explosivos, Exsa S.A.

En el trabajo de estudio se analiza el comportamiento de los principales indicadores energéticos y su relación con la demanda actual de producción de la empresa. El cual comprende de una fase inicial que identifica de manera global la estructura energética de la empresa, a nivel de gestión y administración de la energía, detectando el mayor consumo de energía eléctrica en el área de producción de Nitroglicerina, la cual comprende de dos plantas concentradoras de ácidos, y de éstos que son de mayor relevancia está abocado, éste trabajo.

En el trabajo de mejora de procesos, utilizamos herramientas de la calidad a través del ciclo de mejora continua de Deming, donde se seleccionó el problema que era el de mayor consumo de energía eléctrica, ubicado en las torres de absorción de gases, pertenecientes a las plantas concentradoras de ácidos.

Adicionalmente a esto se aplicaron garantías para mantener el proceso, obteniendo beneficios de ahorro por mantenimiento, disponibilidad y confiabilidad de equipos, aún no cuantificados. También se realizó un análisis del ahorro, en cada problema específico y de cómo repercute éstos en los costos de producción en la Planta de ácidos y a nivel global, en Planta de nitroglicerina.

Si bien es cierto el proyecto es específico, la metodología utilizada para encontrar la solución al problema, es replicable ya que involucra una serie de criterios, utilizable para un proyecto que busca generar ahorro de consumo de energía.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Empresas embotelladoras.

2.2.1.1. Evolución de la industria – Empresas embotelladoras

Según *Franson (2001)*, la industria de las bebidas considerada desde un punto de vista global aparece muy fragmentada, lo que resulta evidente por el gran número de fabricantes, de métodos de envasado, de procesos de producción y de productos finales. Aunque la industria de las bebidas esté fragmentada, sigue un proceso de consolidación desde el decenio de 1970, de modo que está cambiando la situación. Las compañías de bebidas han evolucionado desde las empresas regionales que producían artículos destinados principalmente a los mercados locales hasta las gigantescas empresas de hoy, que elaboran productos para mercados internacionales.

2.2.1.2. Proceso de fabricación de bebidas refrescantes

Según *Hirsheimer (2001)*, el embotellado o la fabricación de bebidas refrescantes comprenden cinco procesos principales, cada uno de los cuales plantea aspectos de seguridad que deben ser evaluados y controlados:

- Tratamiento del agua
- Ingredientes de la composición
- Carbonatación de los productos
- Llenado de los productos
- Envasado

2.2.2. Energía eléctrica en las industrias.

2.2.2.1. Definición de energía eléctrica

La definición de este concepto de la energía según *Perez y Merino (2012)*, está relacionado con la capacidad de generar movimiento o lograr la transformación de algo. En el ámbito económico y tecnológico, la energía hace referencia a un recurso natural y los elementos asociados que permiten hacer un uso industrial del mismo.

2.2.2.2. La energía eléctrica en las industrias

Según *Buenas prácticas para el ahorro de energía en la empresa (2013a)*, *OptimaGrid*. Recuperado de <http://www.optimagrid.eu>. La energía desempeña un papel fundamental en el desarrollo de todos los sectores productivos cuya utilización debería realizarse con alta eficiencia, bajo impacto medioambiental y al menor coste posible. El consumo de energía se ha ido incrementando unido a la producción de bienes y servicios.

Las empresas son grandes consumidoras de energía para proporcionar bienes y servicios a la sociedad, y en estos momentos disponen de opciones factibles para disminuir su consumo energético, mediante actuaciones que favorecen además la reducción de gastos, el aumento de la competitividad y la innovación tecnológica.

2.2.2.3. Usuario Media Tensión

La definición según la norma *Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final (2001a)*, son usuarios de media tensión aquellos que están conectados con su empalme a redes cuya tensión de suministro es superior a 1 kV (kV= kilovoltio) y menor a 30 kV.

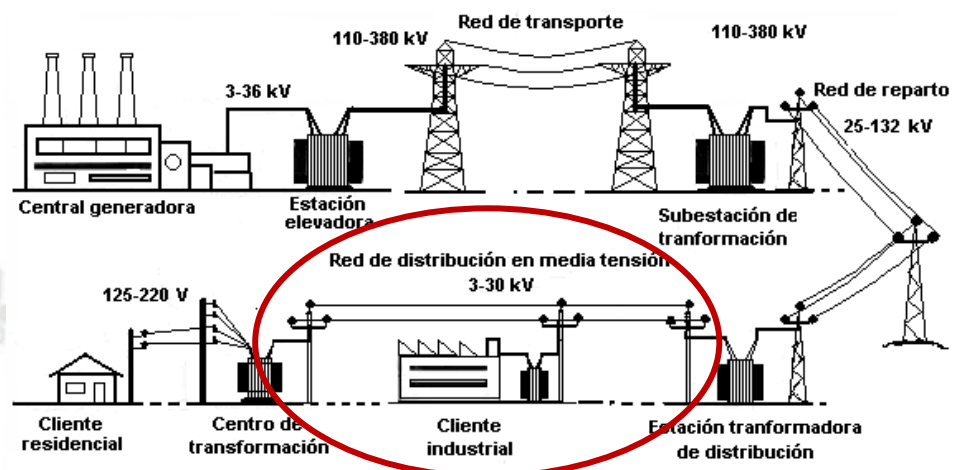


Figura 2. Sistema de Suministro Eléctrico

Fuente: Esquema recuperado de Google.

https://www.google.com.pe/search?q=sistema+de+suministro+electrico&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjI-6nN2fTaAhUSy1MKHTvxBAQQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=sXngERIf82q6XM

2.2.2.4. Opción Tarifaria MT3

Según la norma *Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final (2001b)*, la opción tarifaria MT3 sigue un sistema de medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P) y cuentan con los parámetros de medición de energía: punta y fuera de punta y potencia máxima del mes. Dicha opción tarifaria puede tener una calificación de potencia de “Usuario presente en punta” y “Usuario presente fuera de

punta”. Los cargos de facturación son los siguientes: Cargo fijo mensual, cargo por energía en horas de punta, cargo por energía activa en horas fuera de punta, cargo por potencia activa de generación, cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución, cargo por energía reactiva.

2.2.2.5. Horas de punta (HP) y Horas Fuera de Punta (HFP)

Según la norma *Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final (2001c)* las horas punta (HP) están comprendidas entre las 18:00 y las 23:00 horas de cada día de todos los meses del año. Si el equipo de medición correspondiente a la opción tarifaria elegida por el usuario lo permite se exceptuará en la aplicación de las horas de punta, los días domingos y los días feriados nacionales del calendario regular anual. Se entenderá por horas fuera de punta (HFP), al resto de horas del mes no comprendidas en las horas de punta (HP).

2.2.2.6. Demanda Máxima Mensual

Se obtuvo el aporte de la norma *Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final (2001d)* la cual define la demanda máxima mensual al más alto valor de las demandas integradas en periodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo de un mes.

2.2.2.7. Demanda Máxima Mensual en Horas de Punta y Horas Fuera de Punta

Según la norma *Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final (2001e)* se entiende por demanda máxima mensual

en horas de punta, al más alto valor de las demandas integradas en periodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo de punta a lo largo del mes.

Se entiende por demanda máxima mensual fuera de punta, al más alto valor de las demandas integradas en periodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo fuera de punta a lo largo del mes.

2.2.3. El control energético en las industrias.

2.2.3.1. Ahorro de energía

La definición según *Buenas prácticas para el ahorro de energía en la empresa (2013b)*, *OptimaGrid*, recuperado de <http://www.optimagrid.eu>. es la disminución de la intensidad energética mediante un cambio de las actividades que requieren insumos de energía. Pueden realizarse ahorros de energía adoptando medidas técnicas, organizativas, institucionales y estructurales, o modificando el comportamiento.

2.2.4. La gestión energética en una industria.

2.2.4.1. Definición conceptual de gestión

Según el aporte de *Corominas (1995)*, viene del latín GESTIO-GESTIONIS que significa ejecutar, lograr un éxito con medios adecuados.

De acuerdo a la investigación de (*Heredia, 1985, p. 25*) es un concepto más avanzado que el de administración y lo define como “la acción y efecto de realizar tareas –con cuidado, esfuerzo y eficacia- que conduzcan a una finalidad”.

Por su parte, (Rementeria, 2008, p. 1) señala que gestión es la “actividad profesional tendiente a establecer los objetivos y medios de su realización, a precisar la organización de sistemas, a elaborar la estrategia del desarrollo y a ejecutar la gestión del personal”. Al respecto Rementeria agrega que en el concepto de gestión es muy importante la acción del latín *actionem*, que significa toda manifestación de intención o expresión de interés capaz de influir en una situación dada. Para él, el énfasis que se hace en la acción, en la definición de gestión, es lo que la diferencia de la administración. No considera la gestión como una ciencia disciplina; sino como parte de la administración, o un estilo de administración.

2.2.4.2. Definición de gestión energética

Según *Buenas prácticas para el ahorro de energía en la empresa (2013c). OptimaGrid. Recuperado de <http://www.optimagrid.eu>*. La gestión energética es la suma de medidas planificadas y llevadas a cabo para conseguir el objetivo de utilizar la mínima cantidad posible de energía mientras se mantienen los niveles de confort (en oficinas y edificios) y los niveles de producción (en fábricas). Es, por tanto, un procedimiento organizado de previsión y control del consumo de energía, que tiene como fin obtener el mayor rendimiento energético posible sin disminuir el nivel de prestaciones obtenidas.

2.2.4.3. Definición de eficiencia energética.

Se obtuvo el aporte de *Buenas prácticas para el ahorro de energía en la empresa (2013d). OptimaGrid. Recuperado de <http://www.optimagrid.eu>*, en donde se explicará el concepto y la importancia de la eficiencia energética en los siguientes términos.

- **Concepto**

Relación entre la producción de energía útil u otro producto físico útil que se obtiene por medio de un sistema, un proceso de conversión o una actividad de transmisión o almacenamiento y la cantidad de energía consumida (medida en kWh/kWh, toneladas/kWh o en cualquier otra medida física del producto útil, como la tonelada/km transportada, etc.).

- **Importancia**

El ahorro de energía, su consumo responsable y el uso eficiente de las fuentes energéticas son esenciales a todos los niveles. La importancia de las medidas de ahorro y eficiencia energética se manifiesta en la necesidad de reducir la factura energética, restringir la dependencia energética del exterior, y reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEIs).

Podemos reducir nuestro consumo de energía utilizándola de forma más eficiente, invirtiendo en equipamiento energéticamente eficiente y en medidas de ahorro energético, así como adoptando un estilo de vida más sostenible con respecto al uso de la energía, es decir, cambiando nuestro comportamiento.

2.2.4.4. Definición conceptual de desempeño energético.

El concepto de dicho termino según *Laire, M. (2013)*, Son resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de la energía.

El concepto de desempeño energético incluye diversos elementos, por lo que la organización en su proceso de mejora continua puede elegir entre una amplia gama de actividades que tengan impacto positivo sobre su desempeño energético.

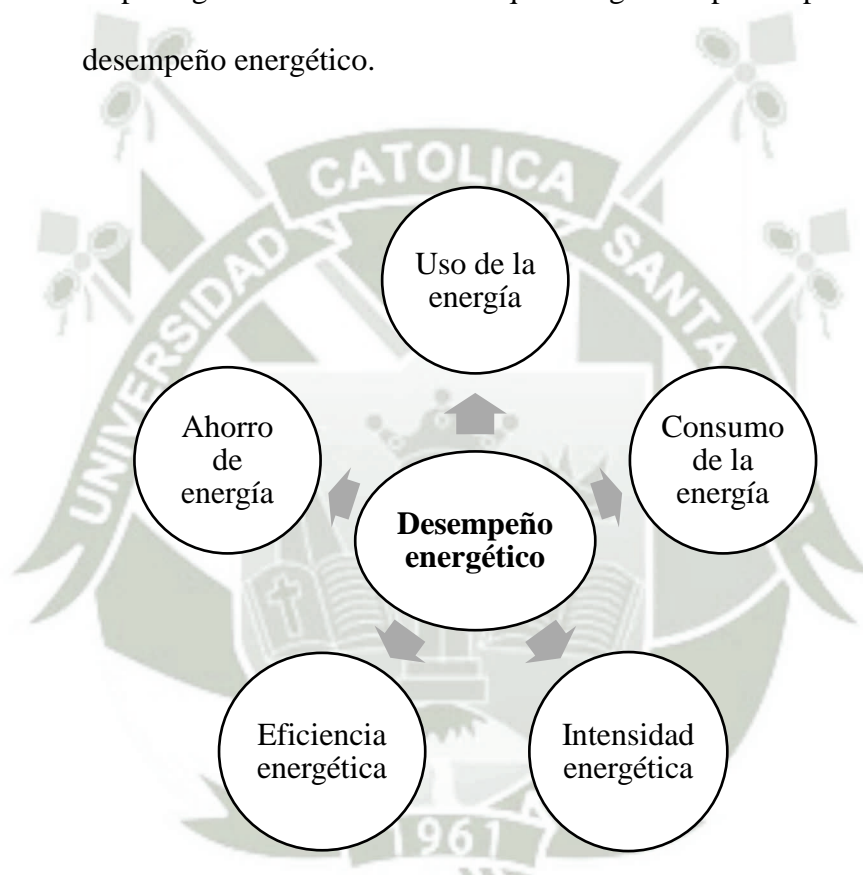


Figura 3. Elementos del desempeño energético

Fuente: (Laire. M, 2013)

2.2.5. Ciclo de mejora continua.

Según el aporte proporcionado por Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (2009a). El Dr. Williams E. Deming, físico y matemático americano, trabajó en la década de 1950 en Japón como consejero del censo de este país. Sus conceptos de calidad fueron rápidamente aplicados en Japón en el área industrial y en la alta gerencia.

El ciclo, ruta o rueda de Deming, también conocido con la denominación de ciclo de Shewart, ciclo PDCA («plan-do-check-act») o ciclo PHVA (planificar-hacer-verificar-actuar), es uno de los pilares fundamentales para la planificación y la mejora de la calidad que se aplica en la familia de las normas UNIT-ISO 9000 y en las demás normas sobre sistemas de gestión.

Este ciclo actúa como una verdadera espiral, ya que, al cumplir el último paso, según se requiera, se vuelve a reiniciar con un nuevo plan dando lugar así al comienzo de otro ciclo de mejora.

El ciclo PHVA puede describirse brevemente (ver UNIT-ISO 9001:2008) como: *Planificar*: establecer objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con las expectativas de los clientes y las políticas de la organización.

La planificación consta de las siguientes etapas:

- Análisis de la situación actual o diagnóstico
- Establecimiento de principios y objetivos
- Fijación de los medios para lograr los objetivos
- Adjudicación de los recursos para gestionar los medios.

Hacer: Implementar los procesos. Es ejecutar y aplicar las tareas tal como han sido planificadas.

Verificar: Realizar el seguimiento y medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar los resultados.

Actuar: Tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos. Si hay que modificar el modelo, ello remite nuevamente a la etapa de planificación.

A los efectos de su uso como herramienta se recomienda seguir las siguientes etapas para la aplicación del ciclo de Deming:

Etapas 1: Estudiar un proceso y decidir cuál cambio podría mejorarlo. En esta etapa es recomendable hacerse preguntas como las siguientes:

- ¿Cuáles podrían ser los logros más importantes de esta prueba?
- ¿Qué cambios podrían ser deseables?
- ¿Qué resultados son fáciles de alcanzar?
- ¿Es necesario hacer nuevas observaciones?

Etapas 2: Efectuar las pruebas o hacer el cambio, de preferencia a escala piloto. En esta etapa es fundamental conseguir resultados que puedan ser ordenados y analizados rápidamente obteniendo la información deseada.

Etapas 3: Observar los efectos.

Etapas 4: Verificar qué cosas se aprendieron y repetir la prueba, de ser posible en condiciones diferentes (ambiente, personal, metodología operativa, etc.).

Observar la posibilidad de que ocurran cambios secundarios.

El ciclo se debe girar continuamente, de modo que al final se alcance el objetivo inicial establecido en la etapa 1.

El uso del ciclo de Deming es importante en cada tarea que se realiza y conducirá a una mejora continua en las metodologías de trabajo. Puede aplicarse a cualquier proceso y puede ser empleado, también, para encontrar las causas especiales detectadas mediante herramientas estadísticas.

2.2.6. Software de gestión energética

2.2.6.1. Software

De acuerdo a, *Castellano (2001)*. El software es el conjunto de instrucciones y datos en formato binario almacenados en la memoria principal, que le indica a una computadora que debe hacer y cómo; es decir, el software dirige al hardware el software es la parte lógica del sistema informático.

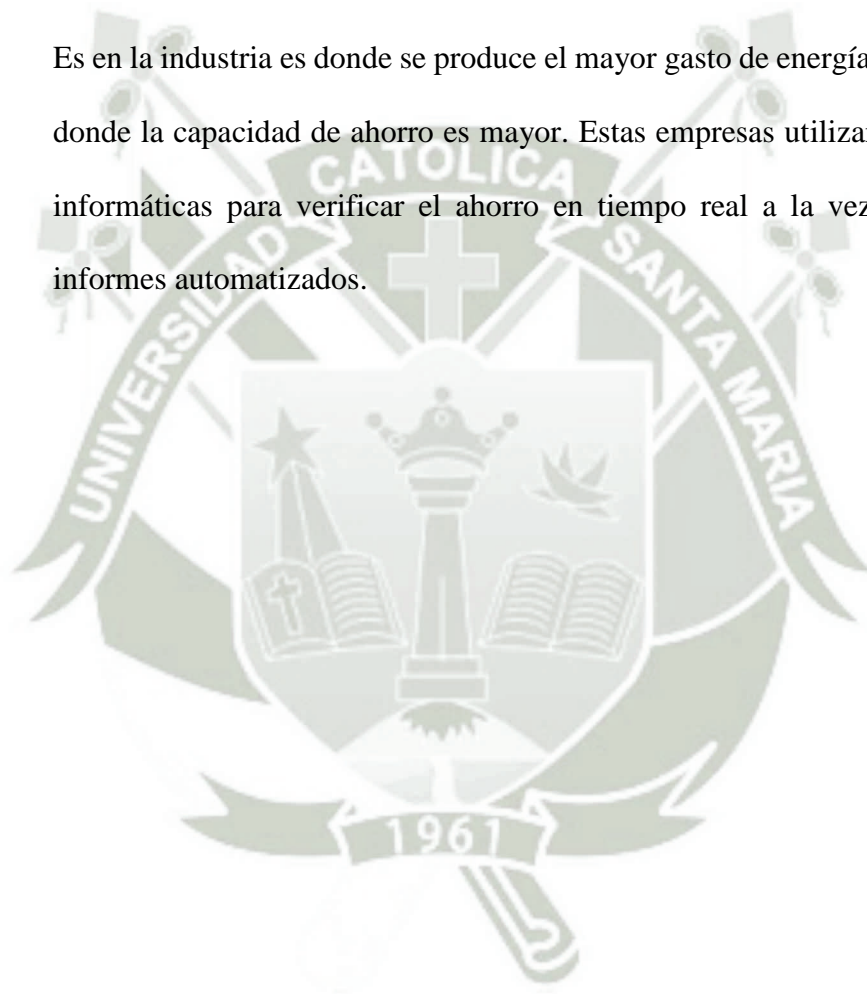
2.2.6.2. Definición de Software de gestión energética

Según el *Programa Spinup de creación de empresas. (S. f.). El software libre y la gestión de la Energía. Recuperado de <https://spinup.unizar.es/el-software-libre-y-la-gestion-de-la-energia>. Los sistemas de control inteligente de energía son aplicaciones software destinadas a reducir los costes energéticos y de consumo en edificios, comunidades y empresas. Estas aplicaciones recopilan información sobre el consumo energético y lo utilizan para tres propósitos principales: el registro del consumo, la creación de informes y la ejecución de acciones para mejorar la eficiencia energética.*

La situación actual

El continuo desarrollo social, económico y tecnológico que estamos viviendo hoy en día nos plantea la necesidad de avanzar en el control de la energía con el objetivo de hacer un uso más racional de esta. Las empresas invierten en sistemas de ahorro y control energético e incluso disponen de sus propios sistemas de generación ahorrando millones de toneladas de CO₂.

Es en la industria es donde se produce el mayor gasto de energía y por lo tanto donde la capacidad de ahorro es mayor. Estas empresas utilizan aplicaciones informáticas para verificar el ahorro en tiempo real a la vez que generan informes automatizados.



Capítulo III: Descripción y análisis situacional de industria san miguel de Arequipa

3. Diagnóstico situacional

3.1. Reseña histórica de la empresa

Industria San Miguel (ISM) inicia su actividad en la ciudad de Ayacucho en 1988 a iniciativa del matrimonio formado por Jorge Añaños y Tania Alcázar. En ese año lanzan al mercado su primer producto Kola Real la gaseosa que revolucionó el mercado de las gaseosas en el Perú. En 1998 abren con éxito una planta de producción de gaseosas en la ciudad de Huaura. Luego, en enero del 2000, ISM se extiende hacia Arequipa, y dos años después iniciaron su internacionalización abriendo dos empresas distribuidoras en Arica e Iquique.

ISM da otro gran salto en su carrera internacional, en el 2005, inaugura su primera planta de producción en República Dominicana, capturando el 45% del mercado dominicano. Fijando sus intereses en la expansión e internacionalización, abre su cuarta planta productora y embotelladora, la segunda en el extranjero, ubicada en Salvador de Bahía, Brasil.

3.2. Información de la empresa

3.2.1. Rubro y actividad principal de la empresa.

Es una empresa peruana dedicada a la producción de softdrink, néctares de frutas y agua natural. En todos sus procesos de producción, cumple con estándares internacionales (ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001) que certifican la alta calidad de sus productos y el respeto por su entorno. Además, ISM Arequipa elabora bebidas de diferentes formatos.

3.2.2. Misión y Visión.

- Misión

Satisfacer las necesidades de los consumidores a nivel mundial.

Mediante la producción y oferta de productos innovadores, con calidad internacional, de manera competitiva.

- Visión

Ser una organización global que trascienda en el tiempo. Con presencia dentro de los 5 continentes, centrada en el desarrollo profesional y ético de sus colaboradores, siendo socialmente responsable.

3.2.3. Líneas de producción.

La Industria San Miguel Arequipa tiene cinco líneas de producción:

- Línea 1: Bebidas gasificadas en botellas de vidrio.
- Líneas 2, 3 y 5: Bebidas gasificadas y agua gasificada en botellas PET.
- Línea 4: Jugos pasteurizados y agua ozonizada en botellas PET.

Todas las líneas operan en promedio de lunes a sábado en dos turnos mostrados en la Tabla 3, con excepción en la línea 1, que opera solamente un turno, de 7:00 am a 7:00 pm o de 7:00 pm a 7:00 am.

3.2.4. Procesos productivos.

Los procesos para la fabricación de los productos de la Industria San miguel se muestran en la Figura 4, Figura 5 y Figura 6:

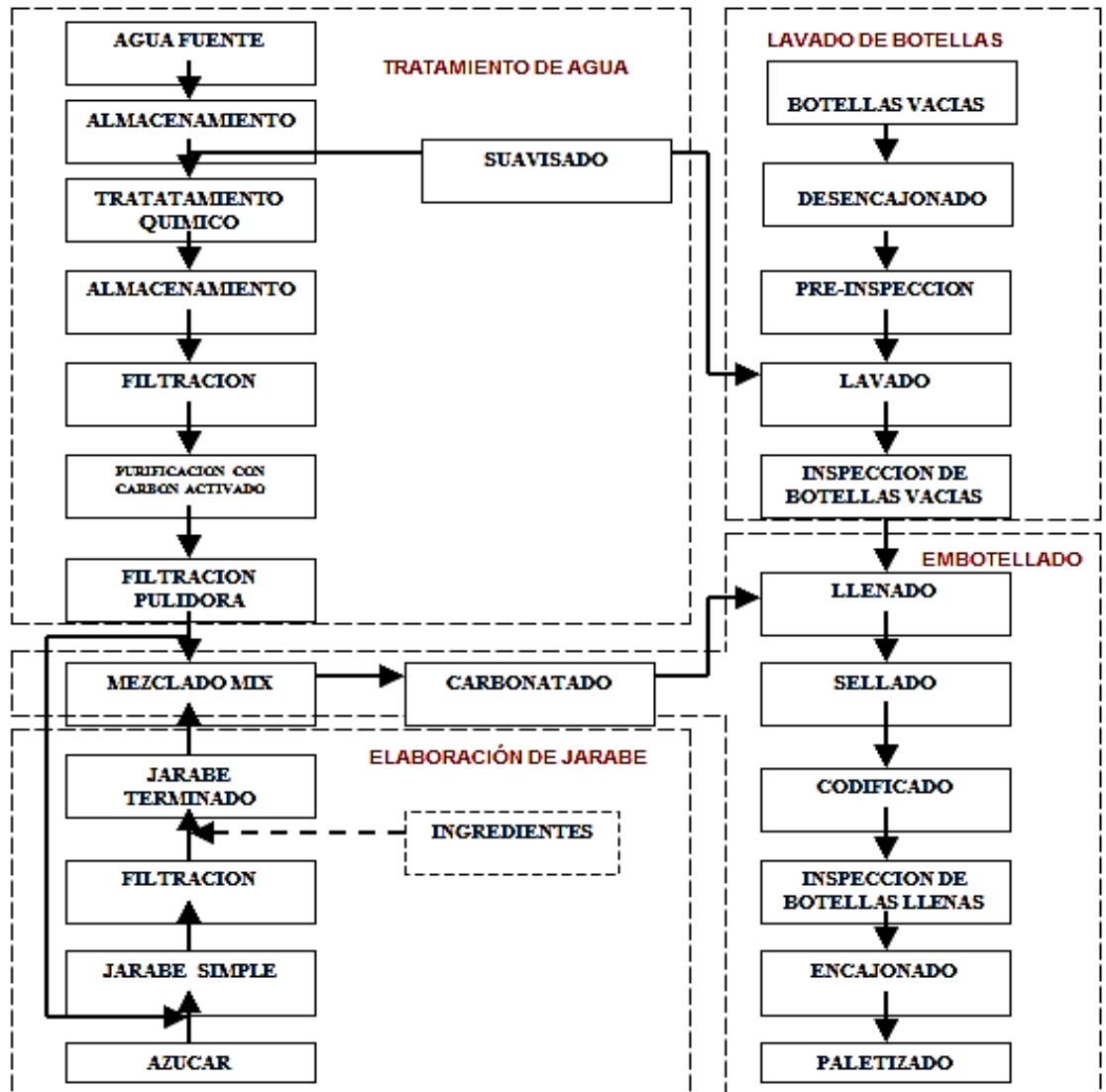


Figura 4. Proceso de producción línea 1 – bebidas gasificadas en botellas de vidrio

Fuente: Información proporcionada por Industria San Miguel, Arequipa

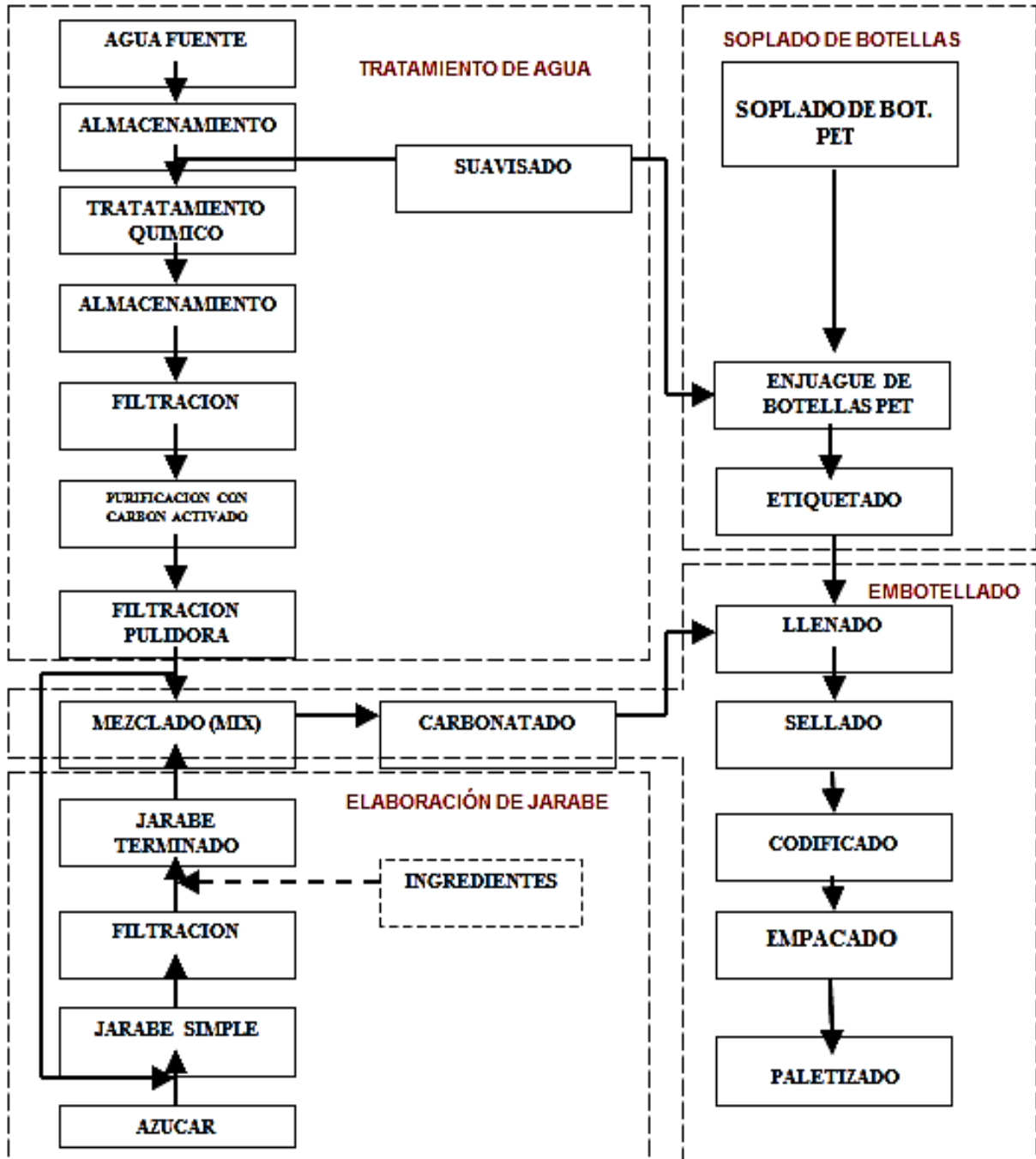


Figura 5. Procesos de producción: Líneas 2, 3 y 5 – bebidas gasificadas y agua gasificada en botellas PET.

Fuente: Información proporcionada por Industria San Miguel, Arequipa

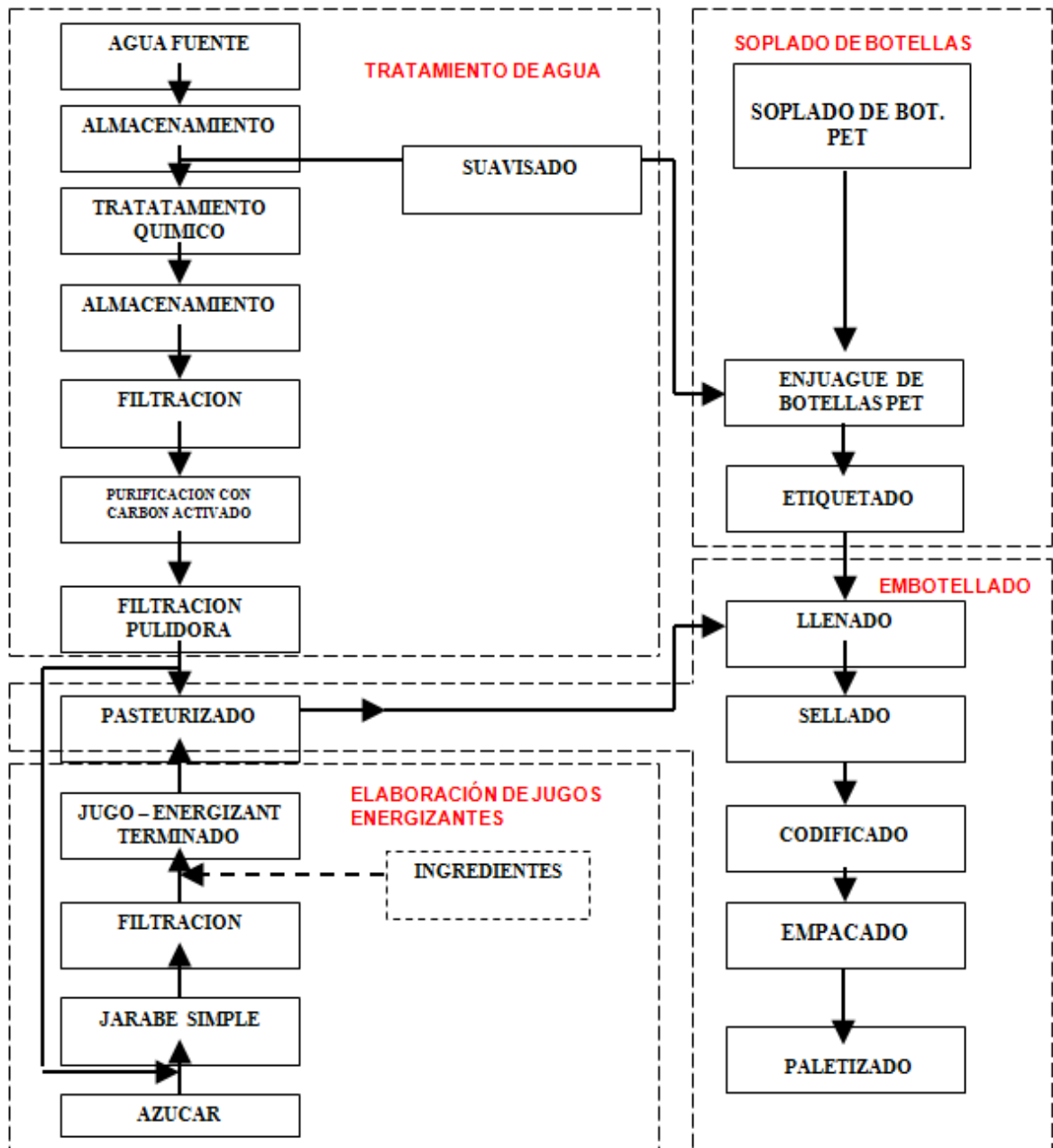


Figura 6. Proceso de producción línea 4 – jugos pasteurizados y agua ozonizada en botellas PET

Fuente: Información proporcionada por Industria San Miguel Arequipa

3.2.5. Régimen laboral de la empresa.

El régimen de funcionamiento y turnos de producción de la empresa se detallan en la Tabla 3. Se observa que la empresa tiene turnos de producción durante las 24 horas del día de lunes a sábado y por 288 días al año.

Tabla 3. Régimen laboral de Industria San Miguel, Arequipa

Datos de producción		
Régimen de funcionamiento	horas /día	días /año
	24	288
Turnos de producción	Turno 1	Turno 2
	Lunes a Sábado de 7:00 am – 7 pm y de 7pm a 7 am	

Fuente: Información proporcionada por Industria San Miguel Arequipa

3.2.6. Opción tarifaria de pago por consumo de energía eléctrica.

Actualmente Industrias San Miguel cuenta con un contrato de cliente regulado de tarifa de Media Tensión (MT3) con doble medición de energía activa y contratación o medición de una potencia (2E1P). En dicha tarifa se encuentran las empresas que consumen mayor energía eléctrica en hora fuera de punta y que consumen cierta energía eléctrica en hora punta. La energía consumida en hora fuera de punta debe ser mayor a la energía en hora punta.

**Capítulo IV: Sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua
para la optimización de la toma de decisiones**

4. Integración del sistema de control de gestión energética a la mejora continua

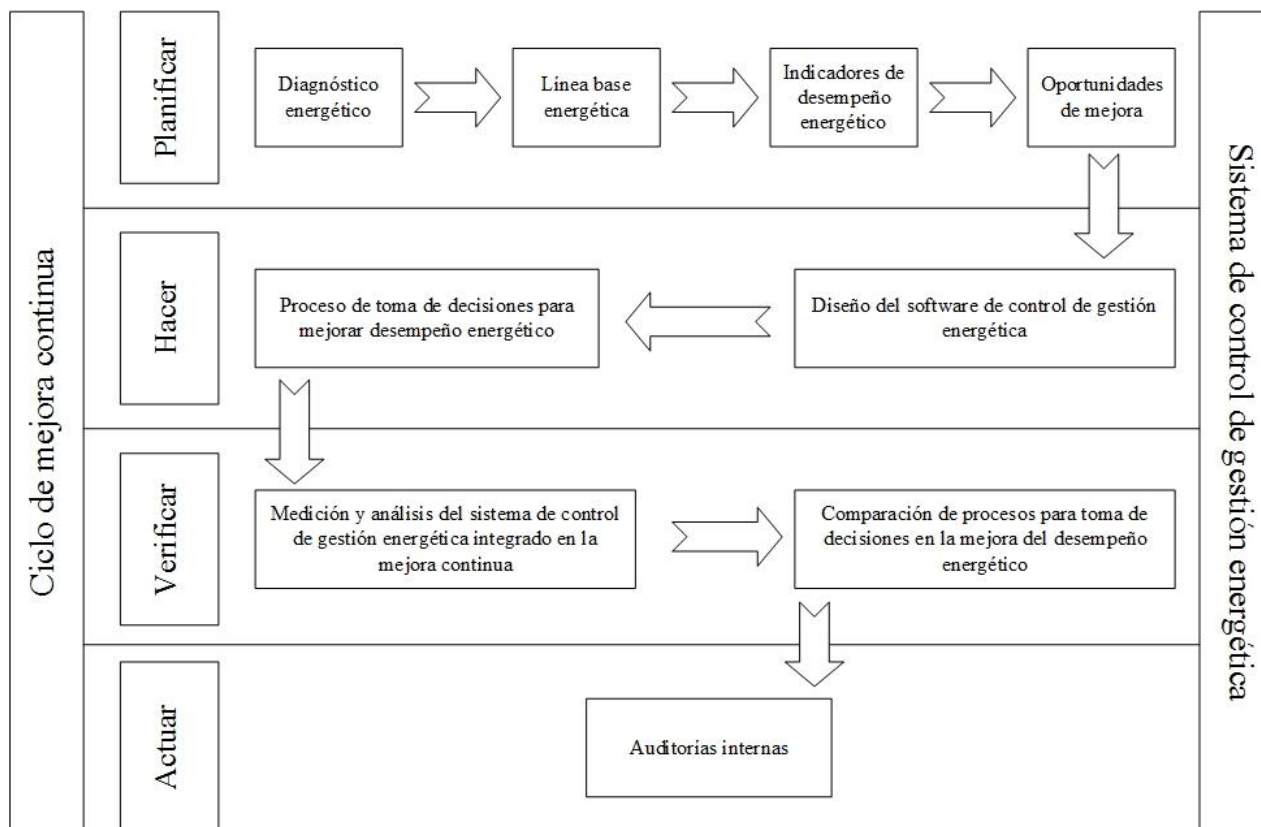


Figura 7. Sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de investigación

En este apartado se desarrollará la implementación del sistema de control de gestión energética como herramienta de toma de decisiones para optimizar el desempeño de consumo de energía eléctrica, de Industria San Miguel de Arequipa.

4.1. Planificar

Este primer paso del ciclo de mejora continua busca identificar las fuentes de energía y los equipos cuyo consumo de energía es de mayor grado y causan mayor impacto en los costos operativos, para así poder plantear mejoras en cuanto a la gestión energética.

4.1.1. Diagnóstico energético.

A. Evaluación de la situación actual del sistema de gestión energética

Para evaluar la situación actual se vio por conveniente realizar una encuesta con preguntas cerradas al jefe de planta ya que dicha persona pertenece a la alta dirección además de tener mayores conocimientos sobre el sistema de gestión energética que actualmente la empresa maneja (Tabla 4).

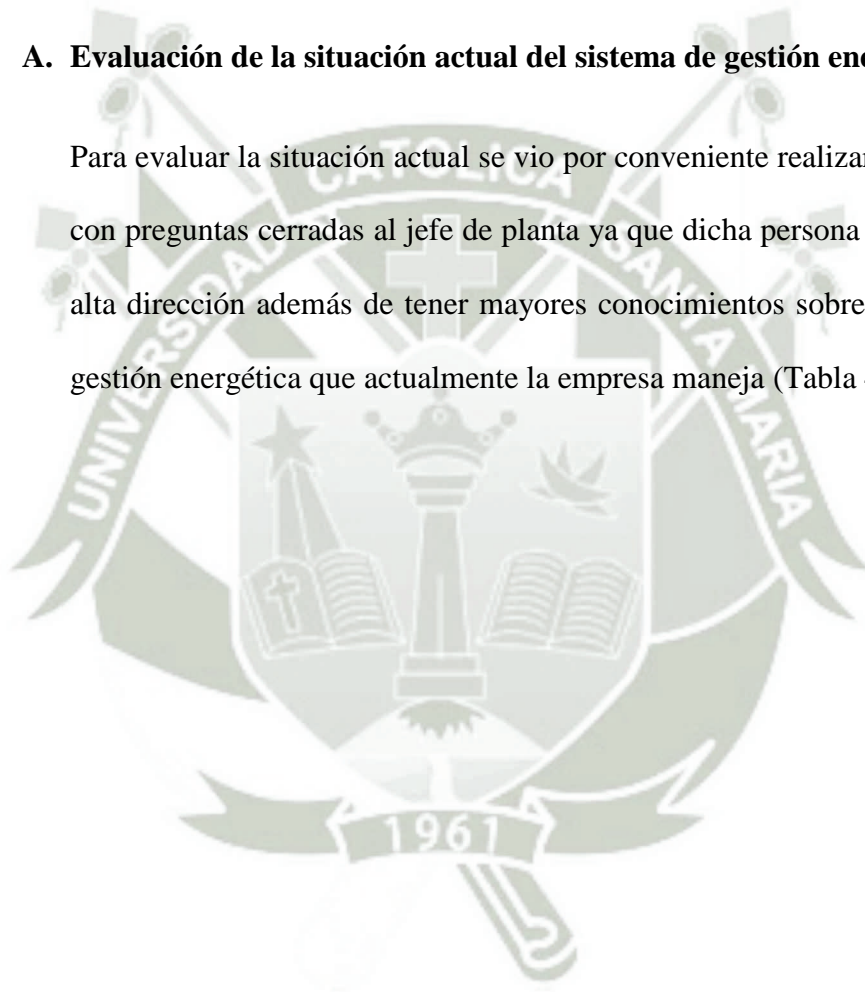


Tabla 4. Encuesta acerca del sistema de gestión de la energía

Encuesta – Sistema de gestión de la energía

- ¿La organización cuenta con un sistema de control de energía orientado en a la mejora continua? Si marco la tercera opción por favor continuar con el cuestionario.

Si.

No.

No, pero es parte de los planes de mejora de la empresa.

- ¿La empresa cuenta con un comité de energía o responsable de los temas energéticos en la organización?

Si.

No.

- ¿Las áreas de la organización tienen amplio conocimiento respecto al consumo de energía de la empresa?

Si.

No.

Conocemos el consumo de energía general, ejemplo: facturas de electricidad.

- ¿Cuenta con una red de medición interna con equipos medidores de consumo y parámetros eléctricos?

Si.

No.

- Si trabaja con algún sistema de gestión de la energía ¿Cuáles son los desafíos a enfrentar al implementar el sistema de gestión?

ALTA GERENCIA

- No hay colaboración por parte de gerencia.
- Las responsabilidades y orden de mando del responsable de la gestión de energía no tienen suficiente poder en la toma de decisiones.
- No hay obstáculos para la implementación en esta área.

PLANIFICACIÓN (Plan)

- Levantamiento, análisis y procesamiento de información.
- Elaborar un cronograma de gestión de energía o planes de acción y contingencia.
- Definir metas y objetivos de energía.

HACER (Do)

- La organización tiene un límite en cuanto recursos económicos.
- Falta de conocimientos técnicos sobre temas de gestión energética a nivel de empleados.
- Escasez de comunicación y liderazgo.

Verificar (Check)

- No hay dispositivos de medición.
- Realización de auditorías internas.
- Elaboración de reportes y documentación en cuanto a consumo de energía.

Actuar (Act)

- Implementación de mejoras.

EFICIENCIA ENERGETICA

- ¿Ha llevado a cabo medidas de eficiencia energética?

Si

No

No, pero está en nuestros planes.

SOFTWARE PARA LA EFICIENCIA ENERGETICA

- ¿Tendría usted en consideración implementar un sistema de información para apoyar la gestión de energía en su empresa?

Si

No

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de investigación

La aplicación de la encuesta al Jefe de Planta nos permitió tener una visión de la situación de la empresa en cuanto a la manera de gestionar la energía en la actualidad y las próximas implementaciones que la misma realizará para incrementar su desempeño energético.

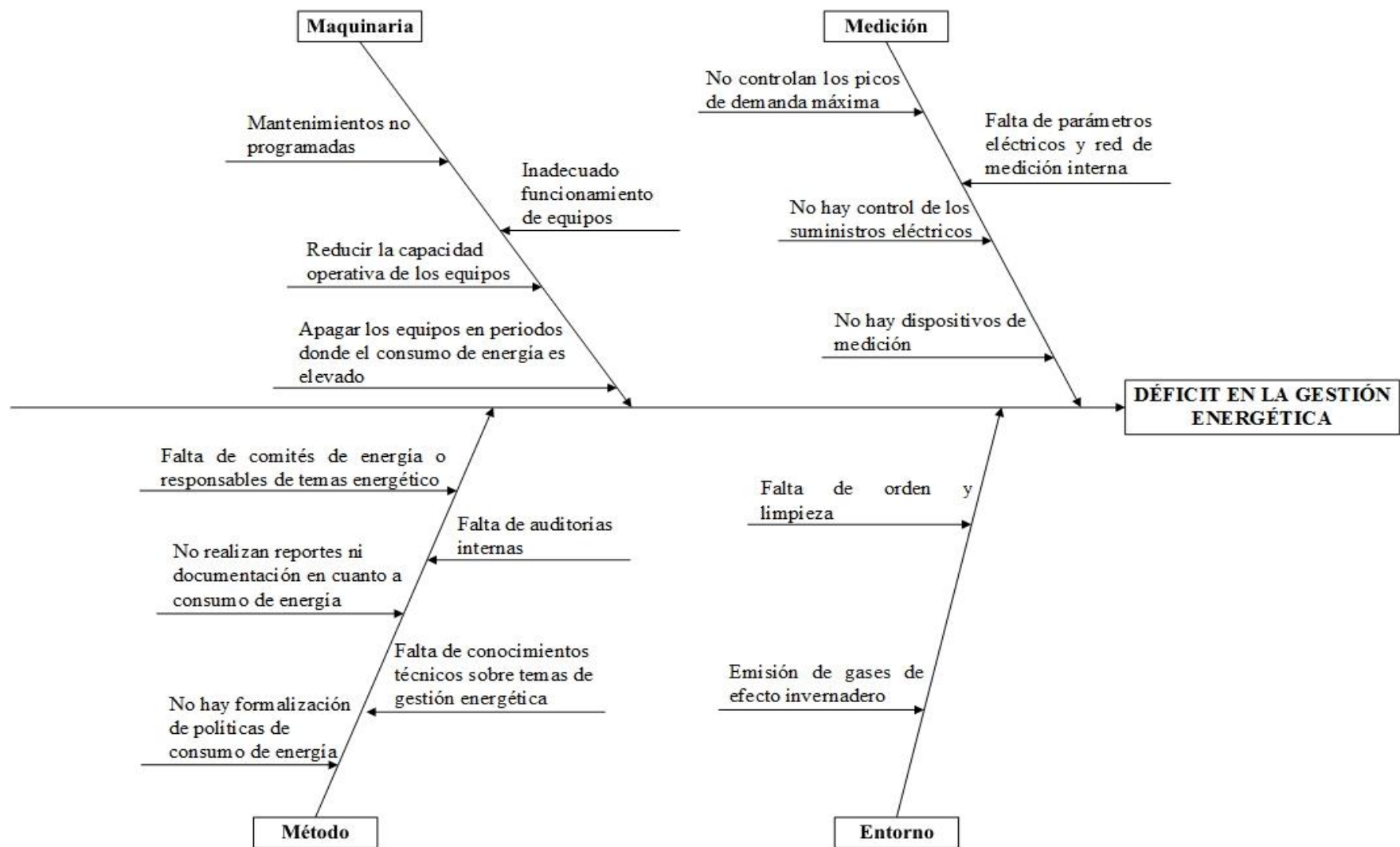


Figura 8. Diagrama de Ishikawa para el análisis de causa y efecto aplicado a la gestión energética

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis e interpretación del diagrama de Ishikawa realizamos como primer paso un listado de las causas principales que son las razones por las cuales la empresa no puede gestionar adecuadamente la energía. Estas causas están plasmadas en la Figura 8. A continuación detallamos las causas.

Maquinaria

- Mantenimientos no programados.
- Baja capacidad operativa de los equipos.
- Apagar los equipos en periodos donde el consumo de energía es elevado.

Medición

- No hay control en los picos de demanda máxima.
- No hay control de los suministros eléctricos.
- No hay dispositivos de medición.

Método

- Falta de comités de energía o responsables sobre temas energéticos.
- No realizan reportes ni documentación en cuanto a consumo de energía.
- No hay formalización de políticas de consumo de energía.

Entorno

- Falta de orden y limpieza.
- Emisión de gases de efecto invernadero.

El segundo paso que realizamos en la ejecución de esta investigación consistió en establecer criterios con los cuales se evaluarán las principales causas de los problemas (Tabla 5).

Tabla 5. Criterios de evaluación

N°	Criterios de evaluación
1	¿Es un factor que lleva al problema?
2	Esto ¿Ocasiona directamente el problema?
3	Si esto es eliminado ¿Se corregirá el problema?
4	¿Se puede plantear una solución factible?
5	¿Se puede medir si la solución funcionó?
6	¿La solución es de bajo costo?

Fuente: Elaboración propia

Como tercer y último paso, establecimos una escala de Likert (beneficio y/o importancia) para asignar un peso para dichos criterios, siendo estos los siguientes:

- Nada importante = 1.
- Muy importante = 3.

Tabla 6.A Matriz de control de causas

Causas	Posibles soluciones	Criterios						Totales
		Factor	Causa directa	Solución directa	Solución factible	Medible	Bajo costo	
Maquinaria	Acción correctiva							
Mantenimientos no programados	Realizar mantenimientos preventivos	2	1	1	1	3	2	10
Baja capacidad operativa de los equipos	Mantener normalizado la operatividad de los equipos	2	1	2	2	2	2	11
Apagar los equipos en periodos donde el consumo de energía es elevado	Aprovechar el consumo de energía en hora fuera de punta	3	2	2	3	3	3	16
Medición	Acción correctiva	Factor	Causa directa	Solución directa	Solución factible	Medible	Bajo costo	
No hay control de picos en demanda máxima	Implementar un sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua	3	3	3	3	3	2	17
No hay control de los suministros eléctricos		3	3	3	3	3	2	17
No hay dispositivos de medición		3	3	3	3	3	2	17

Fuente: Elaboración propia, basado en Figura 8. Análisis de causa y efecto

Tabla 6.B Matriz de control de causas

Causas	Posibles soluciones	Criterios						Totales		
		Método	Acción correctiva	Factor	Causa directa	Solución directa	Solución factible		Medible	Bajo costo
Falta de comités de energía o responsables sobre temas energéticos				3	3	3	3	3	2	17
No realizan reportes ni documentación en cuanto a consumo de energía	Implementar un sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua			3	3	3	3	3	2	17
No hay formalización de políticas de consumo de energía				3	3	3	3	3	2	17
Entorno	Acción correctiva	Factor	Causa directa	Solución directa	Solución factible	Medible	Bajo costo			
Falta de orden y limpieza	Capacitar personal para implementación de las 5S	1	1	1	2	3	2	10		
Emisión de gases de efecto invernadero	Mejorar el sistema de gestión de la energía	2	2	2	3	3	2	14		

Fuente: Elaboración propia, basado en Figura 8. Análisis de causa y efecto

B. Identificación de las fuentes de energía y equipos que consumen energía eléctrica

Industria San Miguel de Arequipa tiene como principal fuente de energía la electricidad. Sin esta fuente de energía las operaciones en planta y administrativas no se podrían realizar.

Esta fuente de energía abastece de electricidad a 3 suministros los cuales contienen la maquinaria necesaria para los procesos productivos. Las máquinas están detalladas en las Tablas 7A, 7B, 8 y 9.

Tabla 7.A Suministro 270120 que proporciona energía a los diferentes equipos

Equipo	Cantidad	Consumo medido o de placa (kW)
Compresor de aire ls20	2	147.85
Compresor 01 nh3	1	77.73
Compresor 02 nh3	1	77.73
Etiquetadora I03	1	54.1
Compresor 03 nh3	1	51.82
Termocontraible tecmi (embalaje)	9	45.8
Termocontraible L2	1	49.92
Tanque tecnogas	1	40.47
Transportador neumático L3	24	34.2
Lavadora San Martin (L1)	12	64.63
Etiquetadora L2	1	24.39
Tratamiento de agua	15	22.1
Sala de jarabe terminado	1	23.576
Bomba sumergible 02	1	13.83
Proporcionador (L3)	3	14.86

Fuente: Información proporcionada por Industria San Miguel Arequipa

Tabla 7.B Suministro 270120 que proporciona energía a los diferentes equipos

Equipo	Cantidad	Consumo medido o de placa (kW)
Proporcionador (L2)	1	14.48
Llenadora (L2)	1	13.26
Sala de jarabe simple	1	16.96
Tanque praxair	1	8.51
Llenadora mesal (L3)	9	8.01
Oficinas contabilidad sistemas gerencia	1	10.67
Proporcionador (L1)	2	10.97
Iluminación planta	1	8
Iluminación almacén producto terminado 03	1	8.4
Iluminación almacén 02	1	6.4
Llenadora I1 – transportador	14	8.02
Bomba sumergible 01	1	2.97
Sopladora chinas	2	8.38
Microbiología	1	2.33
Desencajonadora san martin	6	3.58
Encajonadora san martin	8	3.28
Mando tratamiento de aguas	1	0.4
Laboratorios y almacén	1	4.4
Total	127	882.026

Fuente: Información proporcionada por Industria San Miguel Arequipa

Tabla 8. Suministro 221125 que proporciona energía a los diferentes equipos

Equipo	Cantidad	Consumo medido o de placa (kW)
Compresor de aire Bellis WH-50	1	550
Compresor de aire Bellis WH-40	1	400
Compresor de aire Atelier	1	242.92
Sopladora Sidel	1	175.76
Bomba Sumergible 03	1	13.57
Posimat Master 20	1	8.23
Total	6	1390.48

Fuente: Información proporcionada por Industria San Miguel Arequipa

Tabla 9. Suministro 322616 que proporciona energía a los diferentes equipos

Equipo	Cantidad	Consumo medido o de placa (kW)
Sopladora kronen	2	106.31
Transportador neumático l04	13	34.75
Tratamiento de agua	1	33.08
Termo contraíble l04	1	30.1
Transportador neumático	18	26.2
Caldero	1	59.7
Bomba sumergible 03	1	7.85
Línea 04 (llenadora y fajas)	1	14.52
Iluminación línea 04	1	8.4
Área sopladora kronen 103	9	8.73
Tratamiento de agua 220v	1	2.67
Pasteurizador jugo	1	4.72
Etiquetadora l04	1	1.41
Área de soplado iluminación	1	1.6
Cámara frigorífica	1	10.67
Total	53	350.71

Fuente: Información proporcionada por Industria San Miguel Arequipa

C. Consumo general de la fuente de energía por suministro

Como se observa en el resumen de consumo de energía por suministro del 2016 (Tabla 10). El suministro 270120 consumió mayor energía en el 2016 esto fue debido a que este suministro proporciona energía a 134 equipos como se muestran en las tablas: 7.A y 7.B.

En segundo lugar, lo ocupa el suministro 221125 si bien este suministro proporciona energía a muchos menos equipos que el suministro 270120 (9 equipos), pero estos equipos son en su mayoría compresores tienen un elevado consumo de kW como muestra la Tabla 8.

Tabla 10. Resumen del consumo de energía por suministro del 2016

	Suministro 270120	Suministro 221125	Suministro 322616
Energía total consumida (kWh)	3,407,900	2,882,550	2,197,070

Fuente: Información proporcionada por Industria San Miguel Arequipa

D. Identificación de los usos significativos de energía

- **Matriz de identificación y evaluación de los usos y consumos energéticos**

Esta herramienta permite identificar y evaluar los usos y consumos energéticos más significativos de la empresa. Para el caso de estudio se describen los usos y consumos de los tres suministros de energía eléctrica (Tabla 11).

Tabla 11. Matriz de identificación y evaluación de los usos y consumos energéticos en Industria San Miguel Arequipa

Energía	Descripción del uso y consumo de energía	Variables que afecten al uso de energía	Método – Medida		Consumo real año actual		Alto potencial de ahorro identificado		Significativos	No significativos
			M: medido	C: calculado	Consumo	Unidades	Sí	Fuentes		
			E: estimado							
	Consumo total de electricidad para suministro 270120	Demanda estacionaria, buenas prácticas, mantenimiento, condiciones climáticas, horas de uso	M	3,407,900	kWh	X	Capítulo III del presente estudio	X		
Electricidad	Consumo total de electricidad para suministro 221125	Demanda estacionaria, buenas prácticas, mantenimiento, horas de uso	M	2,882,550	kWh	X	Capítulo III del presente estudio	X		
	Consumo total de electricidad para suministro 322616	Demanda estacionario, buenas prácticas, mantenimiento, horas de uso	M	2197070	kWh	X	Capítulo III del presente estudio	X		

Fuente: Elaboración propia a partir de AChEE (2013) y adecuado a la información de Industria San Miguel Arequipa

- **Técnica CUSUM para la revisión energética**

Según *Laire (2013b)*, esta técnica permite analizar información sobre el consumo de energía y el desempeño energético del proceso, en este caso de la producción de bebidas, con el objetivo de evaluar la diferencia que se genera entre el consumo real y el consumo esperado desde mayo hasta diciembre del año 2016. Se evaluará desde el mes de mayo del 2016 para que en los próximos capítulos se pueda realizar una comparación entre la gestión energética convencional (mayo – diciembre 2016) y la gestión energética basado en el trabajo de investigación (mayo – diciembre 2017).

El primer paso es graficar un diagrama de dispersión que contenga el consumo de energía eléctrica (kWh) v/s la producción de bebidas (litros) de los meses antes mencionados del año 2016, seguidamente se traza la línea de tendencia de los datos o línea promedio (Figura 10).

Tabla 12. Datos de producción en litros vs Consumo de energía en kWh del 2016

Meses	Producción (litros)	Consumo real (kWh)
may-16	11,959,000	692,356
jun-16	10,253,484	598,821
jul-16	12,000,118	657,190
ago-16	12,746,350	678,300
sep-16	12,799,517	697,583
oct-16	13,637,558	734,489
nov-16	15,006,915	759,328
dic-16	15,790,152	784,010

Fuente: Elaboración propia, basado en datos proporcionados por Industria San Miguel Arequipa

En la Figura 9, se aprecia la relación entre la producción mensual en litros y el consumo eléctrico en kWh desde mayo hasta diciembre del año 2016. Los resultados indican que los meses con mayor producción fueron: noviembre y diciembre. En cuanto a la energía eléctrica, los 2 meses con mayor consumo de energía fueron noviembre y diciembre.

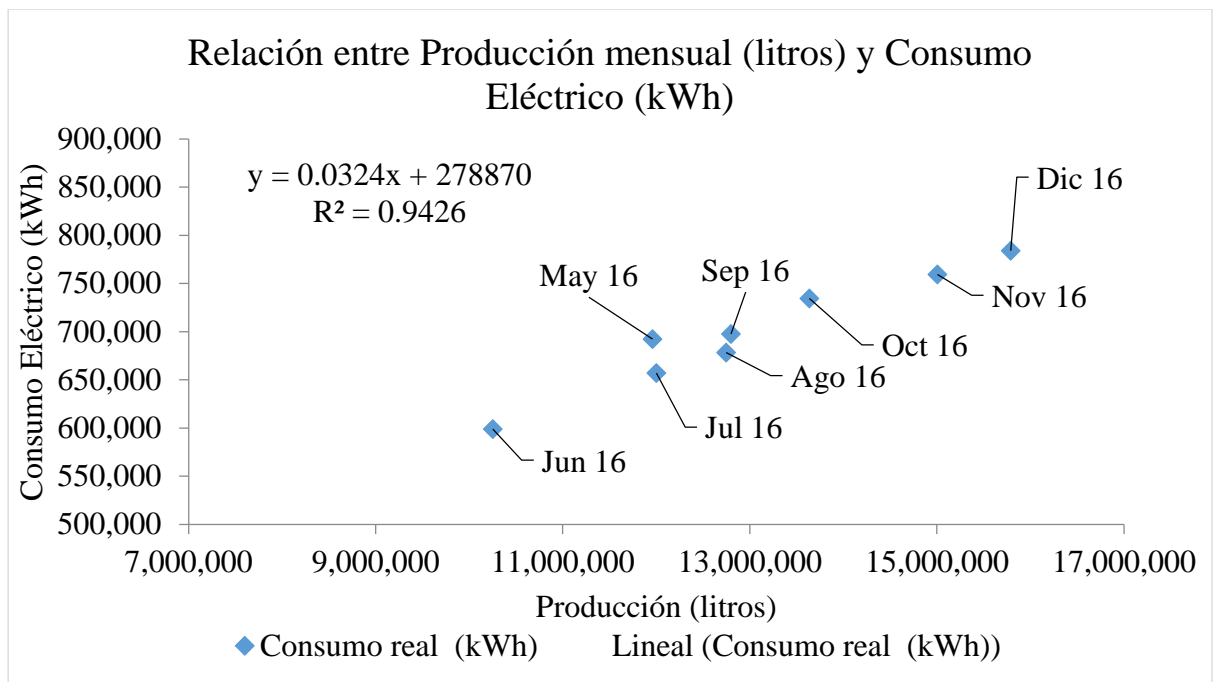


Figura 9. Relación entre producción mensual (litros) y consumo eléctrico (kWh) 2016

Fuente: Elaboración propia, basado en la Tabla 12

- Cálculo del consumo teórico

Para hallar los datos de la línea de tendencia se utilizó la ecuación de la recta:

$$y = 0.0324x + 278870$$

Donde:

$$y = \text{Consumo teórico (kWh)}$$

$$x = \text{Producción (litros)}$$

Seguidamente se reemplaza en la ecuación de la recta la producción en litros del 2016 y se obtienen los consumos teóricos de cada mes como se observa en la Tabla 13.

Tabla 13. Consumo teórico de energía eléctrica kWh del 2016

Meses	Producción (litros)	Consumo real (kWh)	Consumo teórico (kWh)
may-16	11,959,000	692,356	666,342
jun-16	10,253,484	598,821	611,083
jul-16	12,000,118	657,190	667,674
ago-16	12,746,350	678,300	691,852
sep-16	12,799,517	697,583	693,574
oct-16	13,637,558	734,489	720,727
nov-16	15,006,915	759,328	765,094
dic-16	15,790,152	784,010	790,471

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de investigación

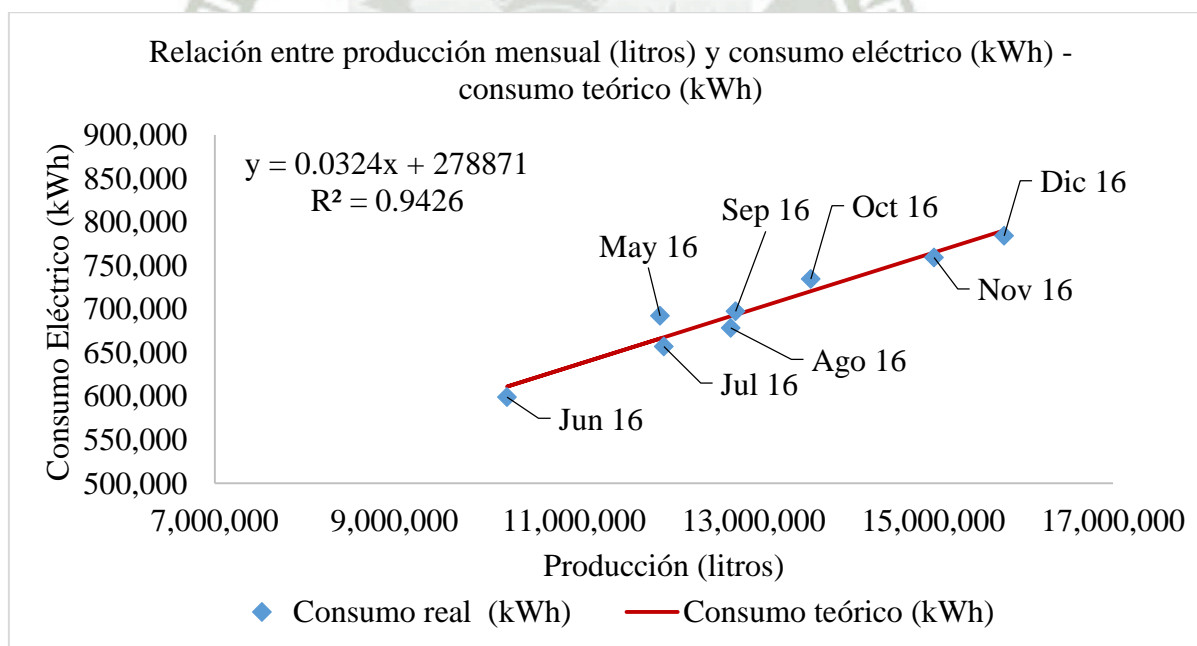


Figura 10. CUSUM de producción (litros) y consumo eléctrico (kWh) en ISM, 2016

Fuente: Elaboración propia basado en Laire (2013) y en la Tabla 13.

4.1.2. Línea base energética.

A. Cálculo del consumo esperado

Lo primero que se debe conocer los meses eficientes del año 2016. Para esto se debe comparar el consumo real con el teórico de cada mes. Si el consumo real es menor al teórico, es un mes eficiente.

Tabla 14. Cálculo de meses eficientes en consumo de energía eléctrica (kWh) con datos de Industria San Miguel Arequipa

Meses	Producción (litros)	Consumo real (kWh)	Consumo teórico (kWh)	Meses eficientes
may-16	11,959,000	692,356	666,342	
jun-16	10,253,484	598,821	611,083	X
jul-16	12,000,118	657,190	667,674	X
ago-16	12,746,350	678,300	691,852	X
sep-16	12,799,517	697,583	693,574	
oct-16	13,637,558	734,489	720,727	
nov-16	15,006,915	759,328	765,094	X
dic-16	15,790,152	784,010	790,471	

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de investigación

La Figura 11, acerca de la relación entre la producción mensual (l) y el consumo eléctrico (kWh) muestra un proceso de tendencia creciente en el cual se registran los meses más eficientes del año 2016 en cuanto a consumo de energía eléctrica.

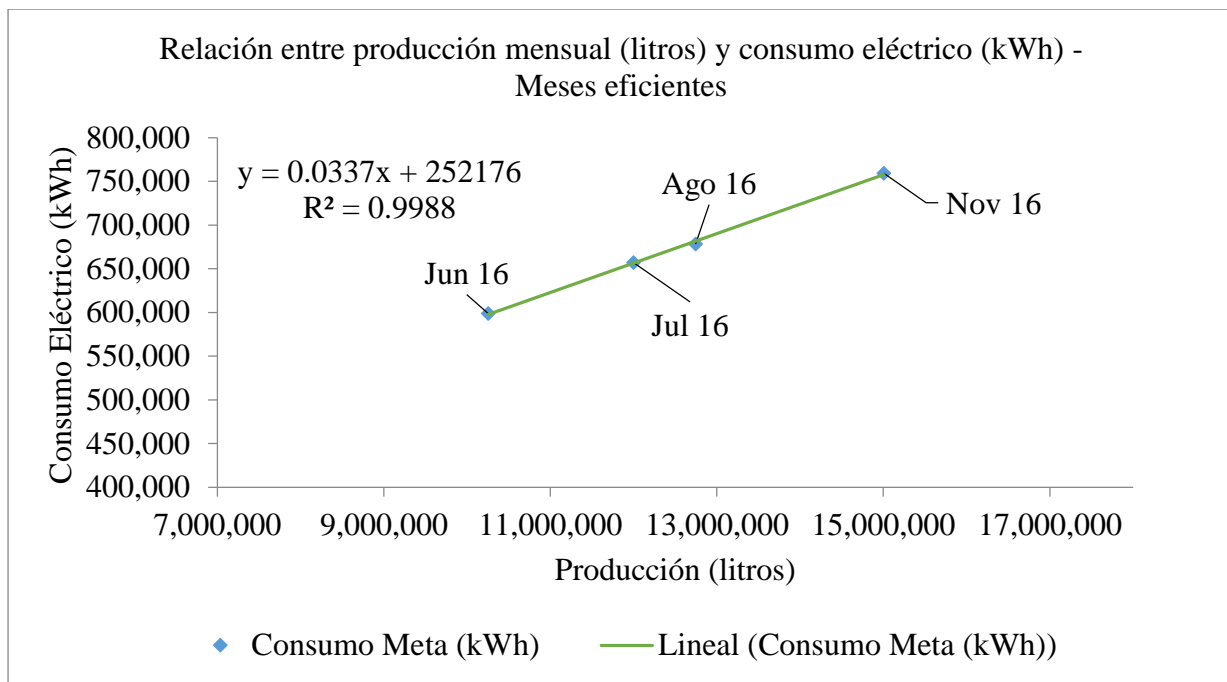


Figura 11. Relación entre producción mensual (l) y consumo eléctrico (kWh) - meses eficientes en con datos de Industria San Miguel Arequipa

Fuente: Elaboración propia, basado Tabla 14

Para hallar los datos de la línea de consumo esperado o meta se utilizó la siguiente ecuación de la recta:

$$y = 0.0337x + 252176$$

Donde:

y = Consumo meta (kWh)

x = Producción (litros)

Seguidamente se reemplaza en la ecuación de la recta la producción en litros del 2016 y se obtienen los consumos meta de cada mes como se observa en la Tabla 15 con información del consumo teórico de energía eléctrica kWh durante el año 2016.

Tabla 15. Consumo meta de energía eléctrica kWh del 2016 en Industria San Miguel, Arequipa

Meses	Producción (litros)	Consumo real (kWh)	Consumo teórico (kWh)	Consumo meta (kWh)
may-16	11,959,000	692,356	666,342	655,193
jun-16	10,253,484	598,821	611,083	597,715
jul-16	12,000,118	657,190	667,674	657,187
ago-16	12,746,350	678,300	691,852	682,072
sep-16	12,799,517	697,583	693,574	683.520
oct-16	13,637,558	734,489	720,727	711.745
nov-16	15,006,915	759,328	765,094	759.257
dic-16	15,790,152	784,010	790,471	784.439

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de investigación

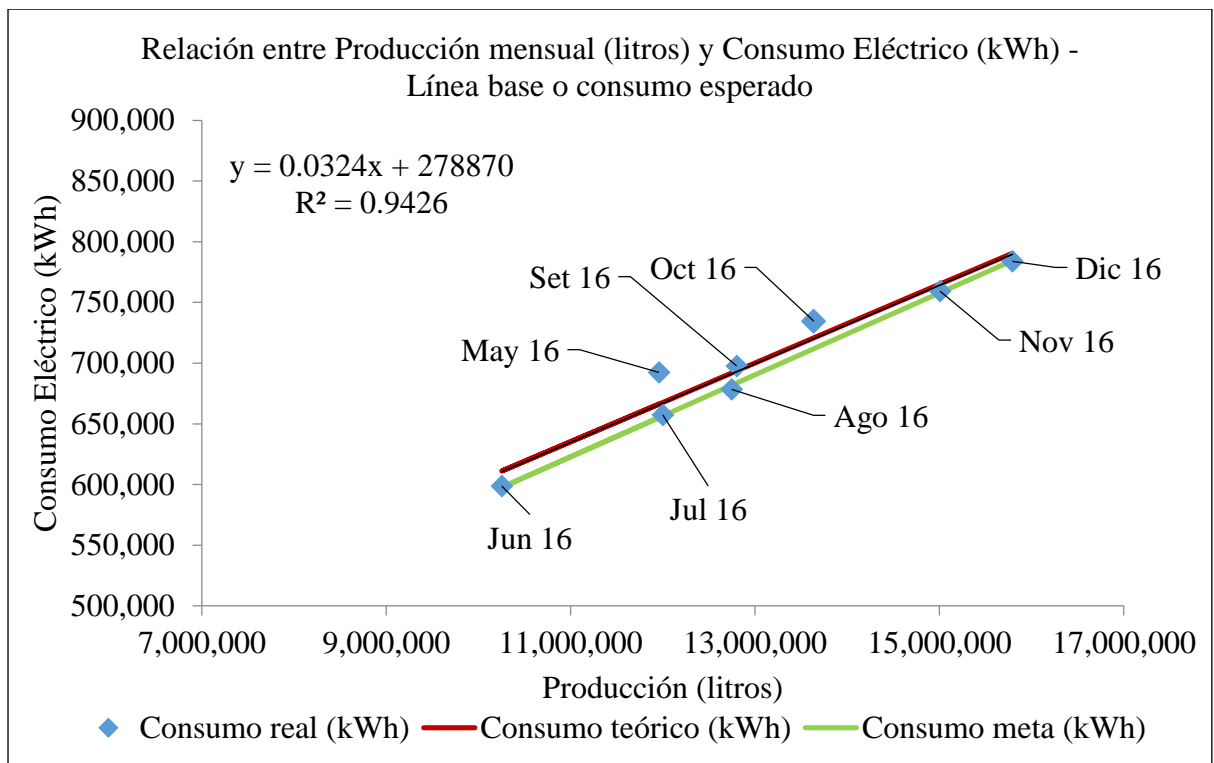


Figura 12. Relación entre la producción mensual (l) y el consumo eléctrico (kWh) que define a la Línea base o consumo esperado

Fuente: Elaboración propia, basado en Laire y Tabla 15

La Figura 12 muestra la relación entre la producción mensual (l) y consumo eléctrico (kWh) que permite obtener la línea base o consumo esperado. En el gráfico se aprecia la línea de consumo teórico (roja) y la línea de consumo meta (verde), nos indica los meses en los que se tuvo alto consumo de energía - baja eficiencia (puntos azules que están por encima de la línea meta) y meses en los cuales se tuvo bajo consumo de energía - alta eficiencia (puntos azules que están por debajo de la línea meta).

Por otro lado, el coeficiente de correlación es importante para conocer si las variables (producción y consumo de energía) guardan relación entre ellas. Si es así, el coeficiente de correlación debe ser mayor al 85%.

El coeficiente de correlación lineal es:

$$R^2 = 0.9426 = 94.26 \%$$

Como se observa el coeficiente de correlación es 94.26%, lo cual nos indica que la producción que se realice está altamente relacionada con el consumo de energía.

Los meses de enero y febrero son los que están por debajo de la línea meta lo cual es lo óptimo para la Industria San Miguel de Arequipa.

B. Cálculo del ahorro del consumo de energía

A partir de la línea base se procedió a evaluar el desempeño de energía en términos de ahorro.

Para calcular el ahorro se tomarán los datos del periodo mayo 2016 a diciembre 2016, este ahorro se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Ahorro} = \text{Consumo de línea base} - \text{Consumo real}$$

Tabla 16. Datos para cálculo del ahorro de consumo energía eléctrica 2016

Meses	Consumo de línea base	Consumo real	Ahorro
may-16	655,193	692,356	-37,163
jun-16	597,715	598,821	-1,106
jul-16	657,187	657,190	-3
ago-16	682,072	678,300	3,772
sep-16	683.520	697,583	-696,899
oct-16	711.745	734,489	-733,777
nov-16	759.257	759,328	-758,569
dic-16	784.439	784,010	-783,226
Total			3,772

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de investigación

En la Tabla 16 que contiene información para calcular el ahorro de consumo de energía eléctrica 2016, se aprecia que solo en el mes de agosto hay un ahorro de consumo de energía eléctrica lo que significa que hay oportunidades de mejora.

4.1.3. Evaluación del indicador de desempeño energético.

El objetivo de esta sección es establecer y evaluar el indicador de consumo de energía eléctrica para monitorear y medir el desempeño energético en la planta de ISM. Para ello utilizaremos el siguiente indicador:

Tabla 17. Indicador de desempeño energético

Rubro	Fuente de energía	Indicador	Resultado
Industria	Electricidad (kWh)	Consumo eléctrico por litro producido	kWh/litro

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de investigación

A continuación, se calcula el *índice de consumo de energía*, que se define como la cantidad de energía utilizada para producir una unidad productiva (1 litro). Este cálculo se desarrolló mediante una fórmula que emplea los datos que se presentan en la Tabla 18 acerca de la producción en litros vs el consumo de energía en kWh. En el caso del presente estudio, este índice permite conocer en qué meses el consumo ha salido del rango establecido (0.050). El rango fue establecido por gerencia de ISM.

Tabla 18. Datos de producción en litros vs consumo de energía en kWh de Industria San Miguel Arequipa

Meses	Producción (litros)	Consumo real (kWh)
may-16	11,959,000	692,356
jun-16	10,253,484	598,821
jul-16	12,000,118	657,190
ago-16	12,746,350	678,300
sep-16	12,799,517	697,583
oct-16	13,637,558	734,489
nov-16	15,006,915	759,328
dic-16	15,790,152	784,010

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de investigación

A continuación, presentamos los valores de los índices de consumo por mes durante el año 2016 en la Industria San Miguel de Arequipa.

- **Índice de consumo – Mayo:**

$$\text{Índice de consumo} = \frac{692,356}{11,959,000} = 0.058 \frac{kWh}{litro}$$

- **Índice de consumo – Junio:**

$$\text{Índice de consumo} = \frac{598,821}{10,253,484} = 0.058 \frac{kWh}{litro}$$

- **Índice de consumo – Julio:**

$$\text{Índice de consumo} = \frac{657,190}{12,000,118} = 0.055 \frac{kWh}{litro}$$

- **Índice de consumo – Agosto:**

$$\text{Índice de consumo} = \frac{678,300}{12,746,350} = 0.053 \frac{kWh}{litro}$$

- **Índice de consumo – Septiembre:**

$$\text{Índice de consumo} = \frac{697,583}{12,799,517} = 0.055 \frac{kWh}{litro}$$

- **Índice de consumo – Octubre:**

$$\text{Índice de consumo} = \frac{734,489}{13,637,558} = 0.054 \frac{kWh}{litro}$$

- **Índice de consumo – Noviembre:**

$$\text{Índice de consumo} = \frac{759,328}{15,006,915} = 0.051 \frac{kWh}{litro}$$

- **Índice de consumo – Diciembre:**

$$\text{Indice de consumo} = \frac{784,010}{15,790,152} = 0.050 \frac{kWh}{\text{litro}}$$

En la siguiente tabla se resume el cálculo de los índices de consumo por mes durante el año 2016 en la Industria San Miguel de Arequipa (Tabla 19)

Tabla 19. Índice de consumo por mes del 2016

Meses	Ratio	Limite
may-16	0.058	0.050
jun-16	0.058	0.050
jul-16	0.055	0.050
ago-16	0.053	0.050
sep-16	0.055	0.050
oct-16	0.054	0.050
nov-16	0.051	0.050
dic-16	0.050	0.050

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de investigación

Como se aprecia en la Figura 13, los meses de mayo a noviembre se encuentran fuera del límite del índice de consumo. Mientras que diciembre se encuentra justo en el límite máximo del índice de consumo.

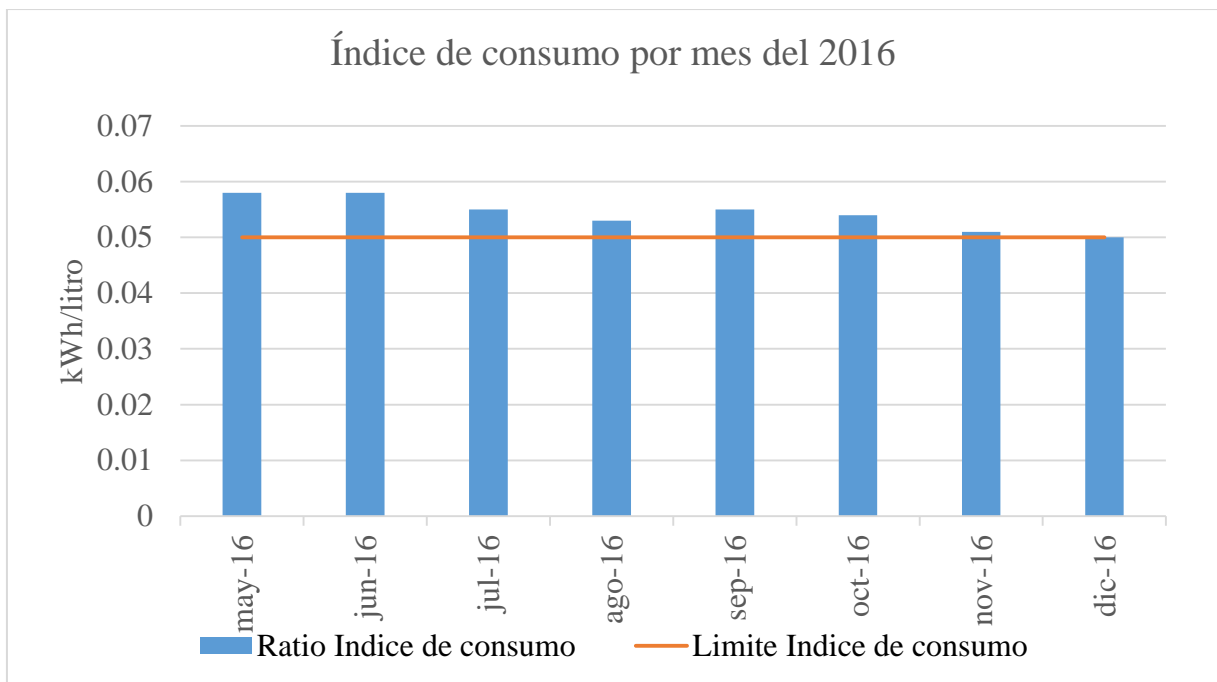


Figura 13. Representación gráfica de índice de consumo de energía por mes durante el año 2016 en la Industria San Miguel de Arequipa.

Fuente: Elaboración propia a partir de la Tabla 19

Finalizada la revisión energética de la Industria San Miguel de Arequipa, se puede afirmar que actualmente esta industria no cuenta con un sistema de monitoreo de energía eléctrica que le permita disponer de datos en tiempo real para que el proceso de toma de decisiones sea con mayor eficiencia y con ellos poder gestionar adecuadamente el consumo de energía y así lograr disminuir sus costos operativos.

4.1.4. Oportunidades de mejora.

En esta etapa de la planificación energética en la industria motivo de la presente investigación se elaboró la Tabla 20 con la finalidad de definir los objetivos y metas energéticas para lograr la óptima utilización de la energía eléctrica. También se designaron a los responsables y el plazo del cumplimiento de cada objetivo.

A. Métricas y alcanzables del proyecto de mejora.

Tabla 20. Objetivos y metas energéticas

	Objetivo	Meta	Indicador	Responsable	Plazo
1	Obtener un ahorro anual del consumo de energía eléctrica por lo menos del 5%.	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar reportes diarios de seguimiento de energía para ayudar en la toma de decisiones. - Ejecutar nuevo planes y programas de mantenimiento. - Apagar o reducir la utilización de energía de los equipos en horas donde el costo de energía sea mayor. 	kWh	Área de operaciones y mantenimiento	1 año
2	Capacitar al personal sobre temas de energía.	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborar un plan de capacitaciones. - Exposiciones de eficiencia energética cada 2 meses. 	Número de capacitaciones	Área de comunicaciones y consultor externo	1 año
3	Optimizar la medición interna a través de un software que brinde información rápida y en tiempo real sobre el consumo de energía eléctrica en la planta industrial.	<ul style="list-style-type: none"> - Instalación de nuevos equipos de medición. - Obtención de datos de energía en tiempo real. 	Número de medidores instalados	Área de mantenimiento	6 meses

Fuente: Elaboración propia, basado en Laire (2013c)

B. Proceso de toma de decisiones para el desempeño de consumo de energía eléctrica.

Una vez identificado la oportunidad de mejora mediante el uso del software de gestión energética se esquematizo mediante un flujograma el proceso de toma de decisiones para su fácil visualización y comprensión sobre los pasos a realizar para mejorar el desempeño de consumo de energía eléctrica (Figura 14).



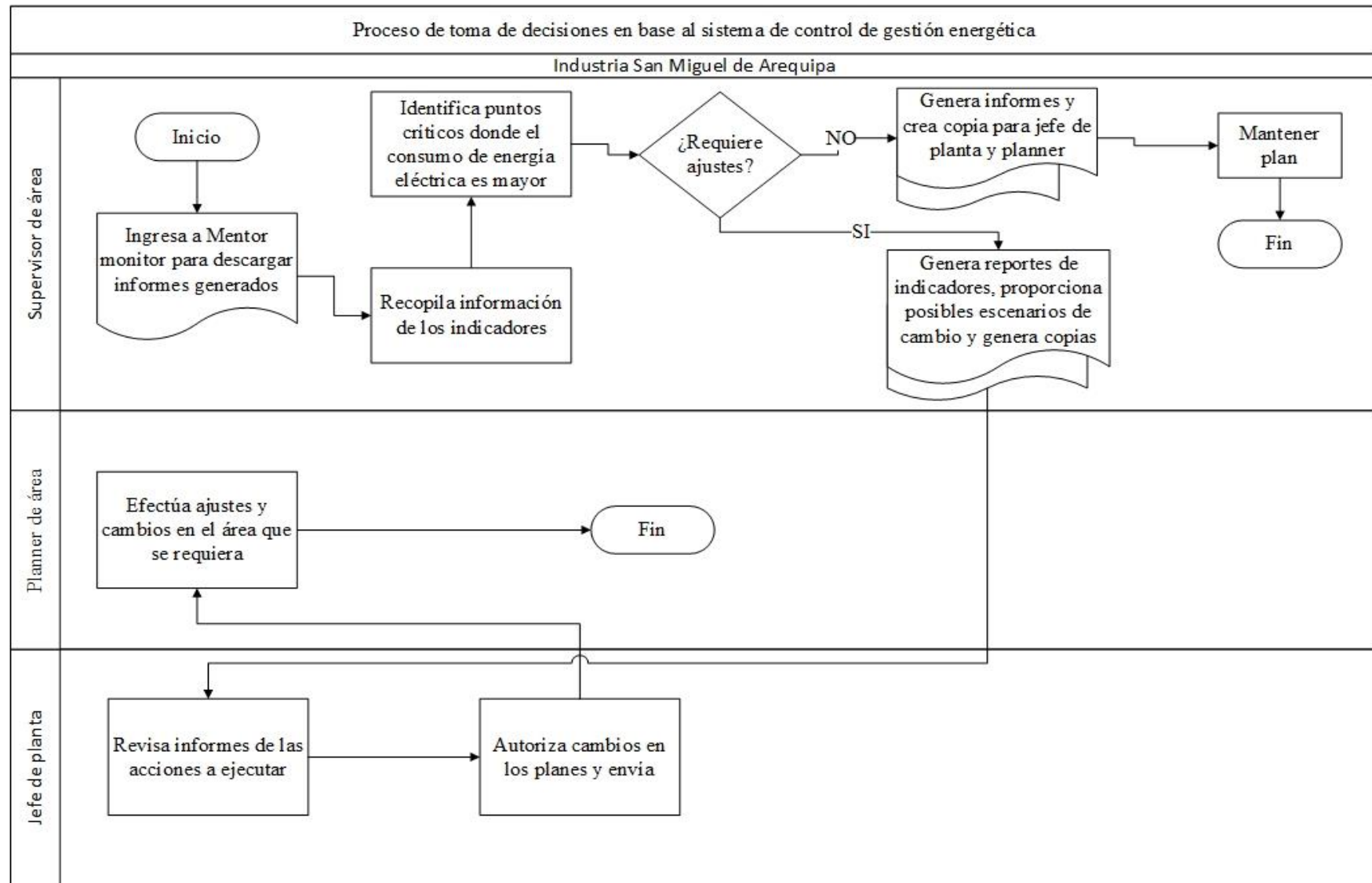


Figura 14. Proceso de toma de decisiones en base al sistema de control energética

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de investigación

En esta etapa del ciclo de mejora continua se puede concluir que inicialmente la empresa registra sus lecturas de consumo de energía de manera manual lo que se traduce en oportunidades de mejora para reducir al mínimo posible el tiempo del proceso de toma de decisiones. Así mismo, en esta *etapa de planificación* se realizó la revisión energética, se estableció la línea base energética, se definieron los indicadores de desempeño energético y plantearon objetivos y meta energética.

4.2. Hacer

En esta etapa de la investigación se inicia con la puesta en marcha de todas las oportunidades de mejora identificadas en la etapa de planificar; sean estas el diseño del sistema de control de gestión energética y la descripción detallada del proceso de toma de decisiones mediante el software Mentor Monitor.

4.2.1. Diseño del sistema de control de gestión energética.

El software tiene como nombre *Mentor Monitor* debido a que los dueños del software decidieron llamarlo así por temas comerciales. Dicho software fue desarrollado por empresas externas a Industria San Miguel Arequipa ya que la empresa decidió recurrir a asesorías por parte de especialistas en gestión de la energía.

Este punto tiene como objetivo definir los criterios de eficiencia energética a monitorear por la empresa, para ello se desarrolló un software que permite controlar, evaluar, analizar y dar seguimiento a las variables que afecten el desempeño energético.

Este software fue un proyecto co-financiado por INNÓVATE Perú (Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad). Para el desarrollo de dicho proyecto se necesitó de un equipo de especialistas y personas involucradas en el tema para el desarrollo del software (Tabla 21):

Tabla 21. Equipo técnico del proyecto

Profesión	Especialidad	Función técnica
Técnico electrónico	Electricidad industrial	Coordinador general del proyecto
Ing. Industrias alimentarias	Gestión energética, ingeniería de procesos, gestión de innovación	Soporte para labores de gestión energética e integración de la plataforma a la metodología de gestión energética. Implementación plataforma física y virtual para proyecto piloto. Responsable de la validación técnica y económica
Ing. Estadística	Ing. Software	Responsable general de desarrollo de la plataforma Mentor Monitor. Supervisión del proyecto en la etapa de desarrollo de Mentor Monitor
Ing. Software / Ing. Sistemas	Ing. Software	Analista programador: análisis, diseño, desarrollo y pruebas de Mentor Monitor
Técnico electrónico	Electricidad industrial	Implementación de la red electrónica / eléctrica de medición. Definir criterios técnicos electrónicos
Ing. Software / Sistemas	Ing. Software	Diseñador - desarrollador: análisis, diseño y desarrollo de pruebas de Mentor Monitor
Ing. Electrónico	Ing. Electrónica / eléctrica	Experiencia en automatización y domótica. Elaborar documentos técnicos. Evaluación energética. Diseño e instalación de plataforma física de gestión energética, implementación de servicio piloto de gestión energética, validación de resultados.
Ing. Software / Ing. Sistemas	Ing. Software	Analista, desarrollador
Bachiller en Ingeniería industrial	-	Tesista – María Jimena Moreno Arévalo

Fuente: Documentación del Proyecto Sistema Integral de Gestión Energética Remota *Mentor Monitor*

Complementariamente, para saber a detalle las responsabilidades del equipo de trabajo se desarrolló un organigrama de proyecto el cual se muestra en la Figura 15. Se muestra el organigrama para la implementación de software Mentor Monitor

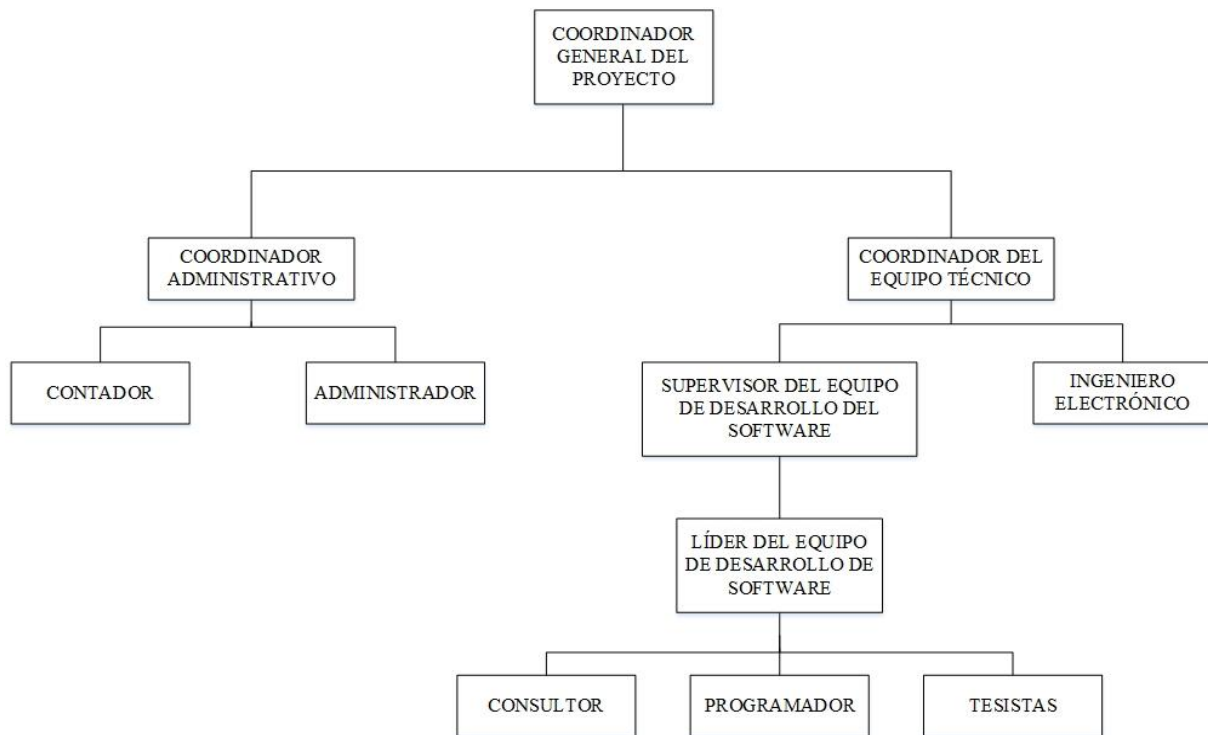


Figura 15. Organigrama de proyecto para implementación de software Mentor Monitor

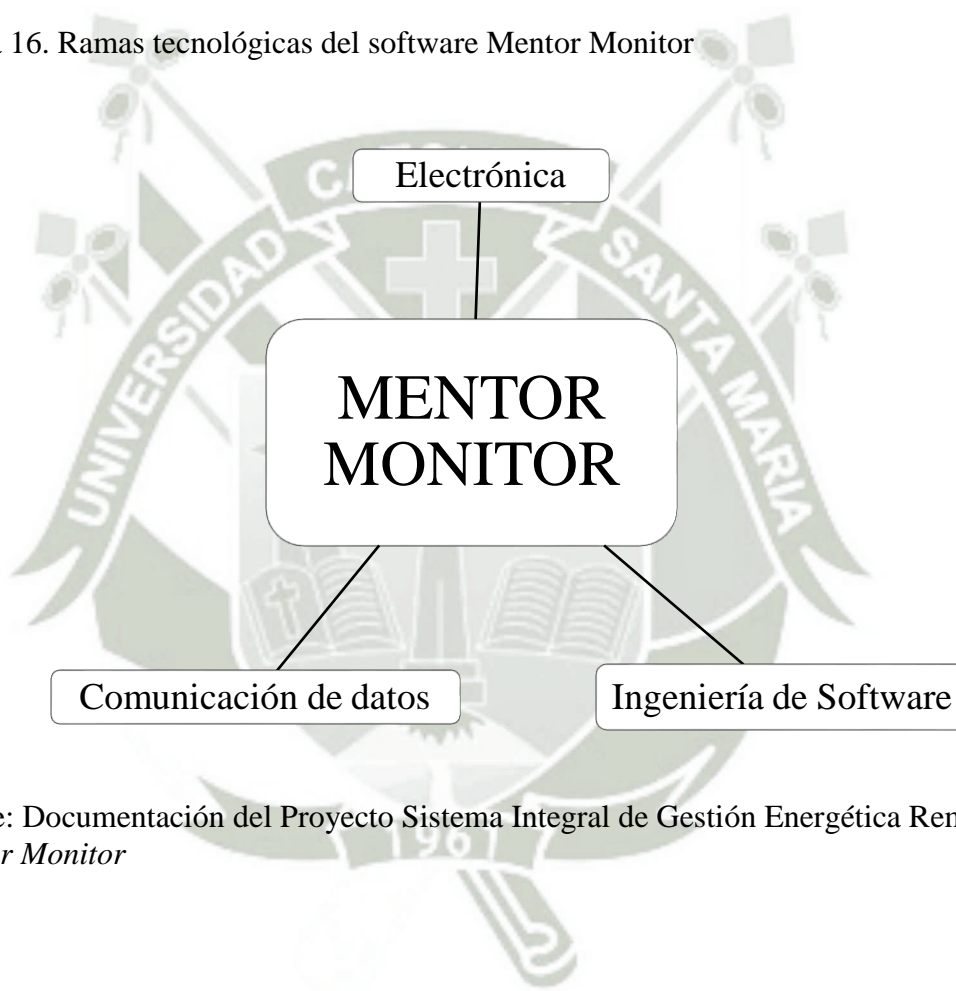
Fuente: Elaborado por la autora, en base a información proporcionada por la Documentación del Proyecto Sistema Integral de Gestión Energética Remota *Mentor Monitor*

A continuación, se mencionarán como está estructurado el software de gestión energética para su correcto funcionamiento.

A. Arquitectura conceptual

Mentor Monitor tiene como meta la combinación de tres ramas tecnológicas; Electrónica, telecomunicaciones y computación; con el fin de contar con una herramienta que permita optimizar el proceso de gestión energética (Figura 16).

Figura 16. Ramas tecnológicas del software Mentor Monitor



Fuente: Documentación del Proyecto Sistema Integral de Gestión Energética Remota *Mentor Monitor*

A continuación, describiremos cada uno de los componentes del software Mentor Monitor (Figura 17).

Electrónica

Este componente que tiene su base en el campo de la electrónica, tiene como función principal el levantamiento de información de la planta, para luego ser enviados al software *Mentor Monitor* para su procesamiento. Adicionalmente en base a esta especialidad tecnológica es posible la interacción entre hombre – máquina en tiempo real de los datos generados en planta.

Comunicación de datos

Este componente permite que el sistema electrónico pueda integrar varios equipos utilizando el protocolo de comunicación Modbus tanto en RTU o TCP, además de poder recibir señales digitales y análogas. También permite la comunicación entre la electrónica como emisor e informática como receptor, de esta forma se permite la transferencia de datos en intervalos de 5 minutos.

Paralelamente se considera el router industrial que permite el acceso a la información de forma remota en caso de que el disparador de datos falle.

Ingeniera de Software

Este último componente se encarga de compilar los datos enviados por telecomunicaciones para convertirlos en representaciones visuales de las variables generadas en planta.

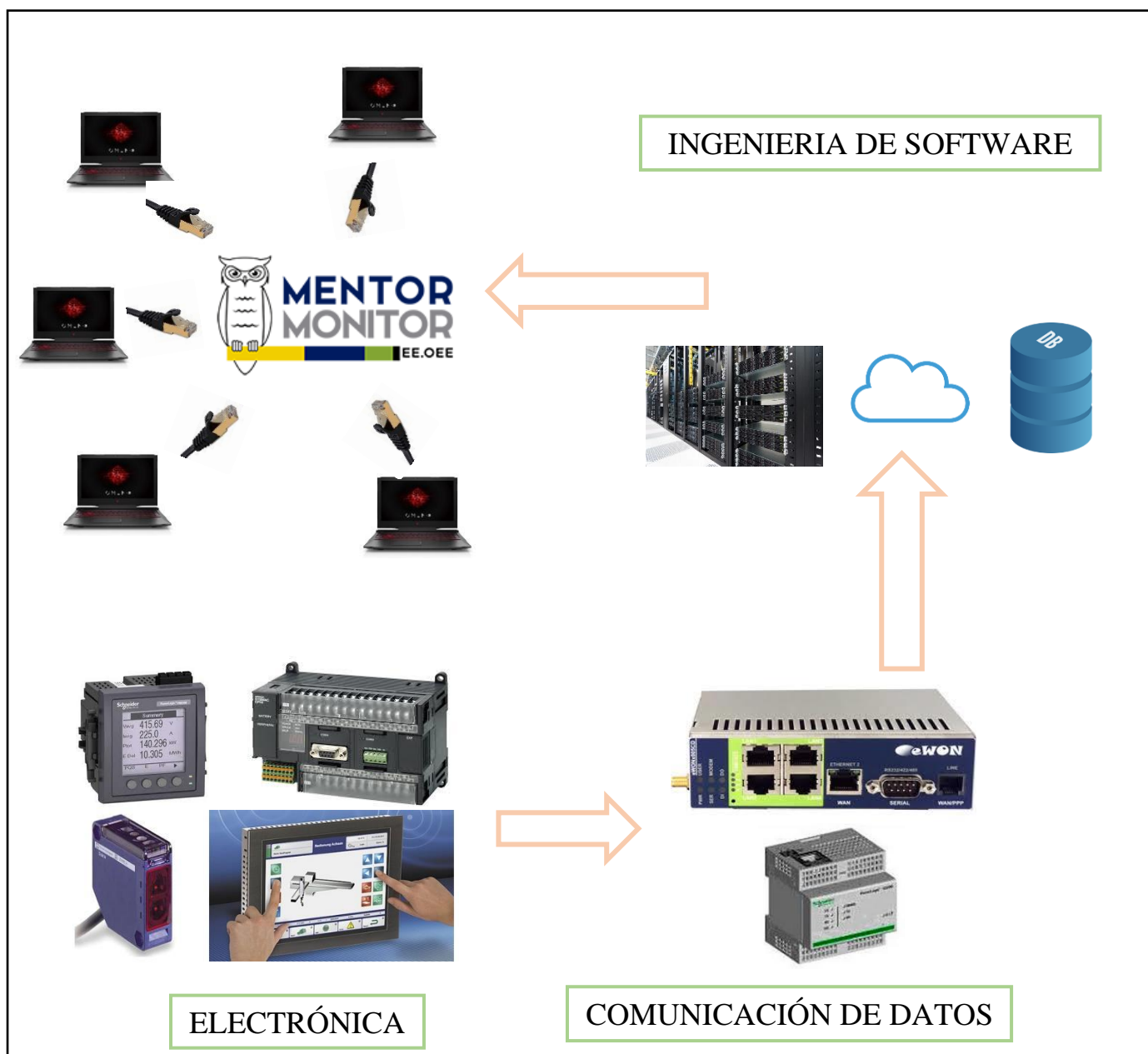


Figura 17. Esquema de la arquitectura general del software Mentor Monitor

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la Documentación del Proyecto Sistema Integral de Gestión Energética Remota *Mentor Monitor*

La Figura 17 muestra las tres ramas tecnológicas antes mencionadas además de la relación que tiene cada uno en su funcionamiento y para lograr el objetivo del proyecto, el cual es alcanzar una mejor gestión energética en Industria San Miguel.

B. Arquitectura electrónica

Al respecto, lo primero que se realiza es la programación de los parámetros a través de las pantallas HMI seguidamente los sensores fotoeléctricos se encargan de realizar el conteo de las botellas que se están produciendo.

Los PLC's además de procesar los datos ingresados por el técnico en la pantalla HMI, realizan el conteo de tiempos de paradas en el proceso industrial.

Los medidores de energía (de las subestaciones eléctricas y de cada línea de producción) se encargan de la adquisición de datos de consumo eléctrico.

La información de los PLC's y de los medidores de energía es recopilada por la pasarela de comunicación como servidor local para después ser enviados a la nube del software *Mentor Monitor*.

La Figura 18 muestra cada uno de los componentes de cada nivel necesarios para la programación electrónica del software. Se utilizó los siguientes componentes:

- Sensores de conteo
- Pantallas HMI
- Medidores de energía eléctrica
- PLC's (Controladores lógicos programables)

- Pasarela de comunicación
- Router industrial Red Privada Virtual (VPN)

C. Arquitectura de la Ingeniería del Software

En esta parte de la arquitectura se compone por el desarrollo del software Mentor Monitor.

En la arquitectura de software se describe la separación de la funcionalidad en dos segmentos como se muestra en la Figura 19 acerca de la funcionabilidad del software ya citado.



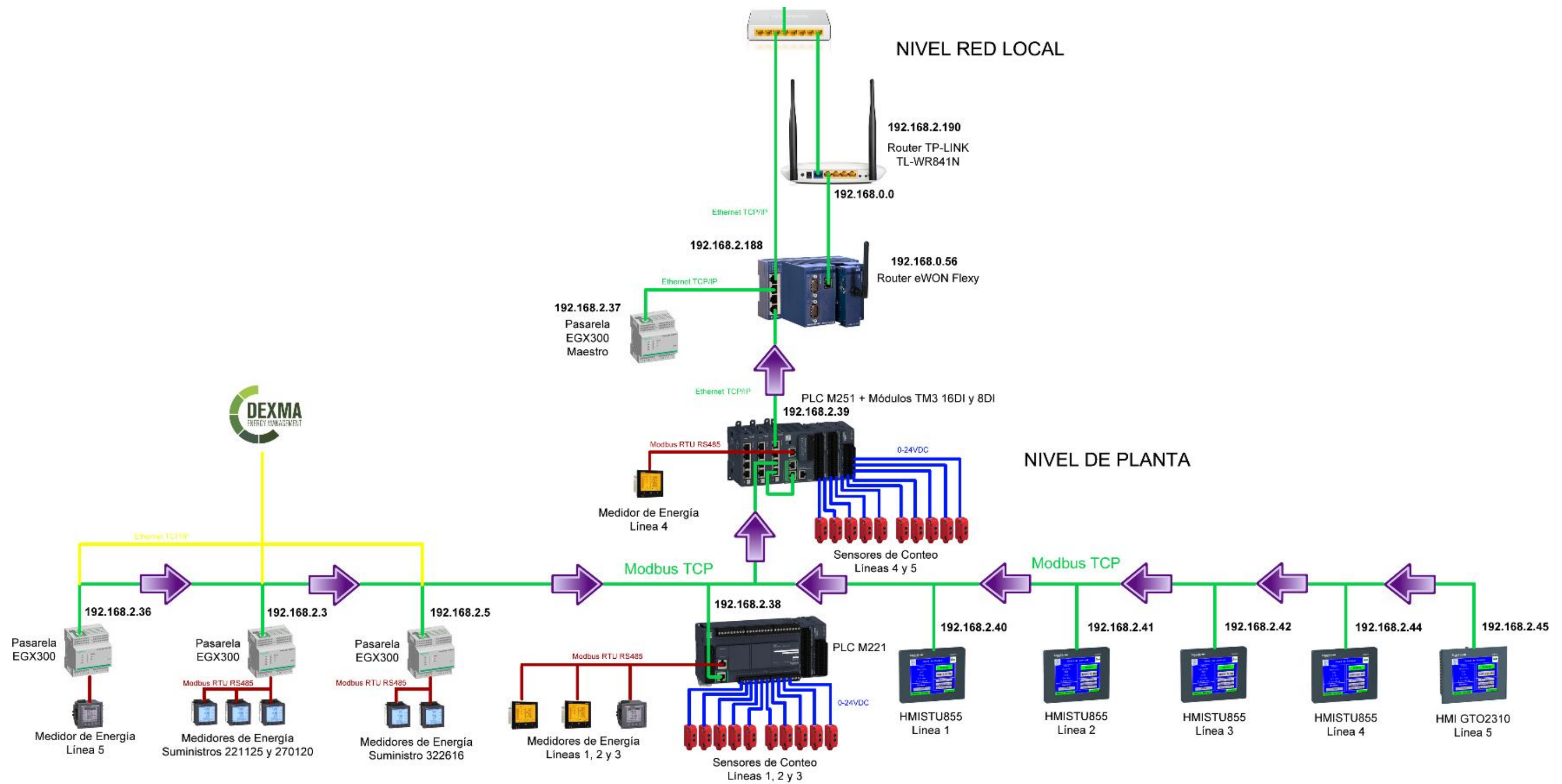


Figura 18. Arquitectura electrónica de Mentor Monitor

Fuente: Documentación del Proyecto Sistema Integral de Gestión Energética Remota *Mentor Monitor*

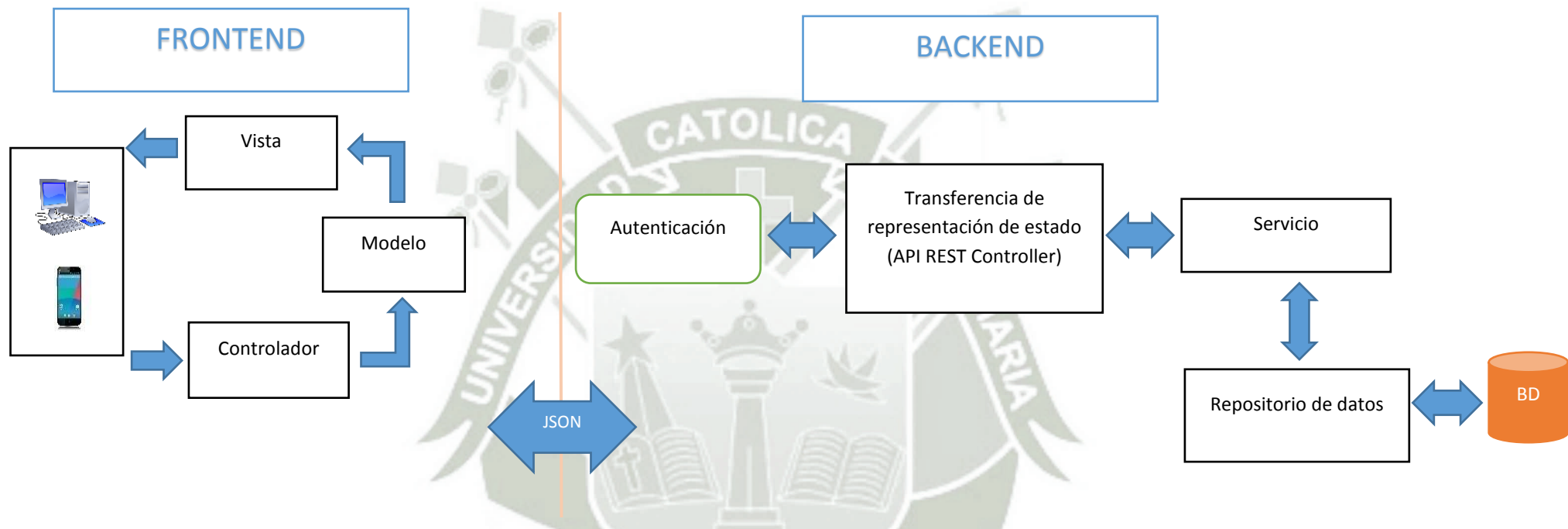


Figura 19. Arquitectura de la ingeniería del software Mentor Monitor

Fuente: Documentación del Proyecto Sistema Integral de Gestión Energética Remota *Mentor Monitor*

A continuación, describiremos los principales componentes de la Figura 19 (anterior).

Frontend: Está basado en Modelo Vista Controlador (MVC). Este modelo permite separar los componentes del software dependiendo de la responsabilidad que tienen, esto significa que cuando hacemos un cambio en alguna parte de nuestro código, esto no afecte otra parte del mismo.

- *Modelo:* Este punto se encarga principalmente de captar los datos a partir de la base de datos.
- *Vista:* Se encarga de la visualización de los datos, visualización de graficas del software mentor monitor, permite observar los datos de manera que sean comprensibles para el usuario.
- *Controlador:* Permite controlar las funciones que el usuario escoge, su proceso consiste en obtener los datos del modelo para luego conectarlo con la vista.

Backend: El objetivo principal es separar los diferentes aspectos del desarrollo desde el momento en el que los datos son enviados por la pasarela de comunicación hasta el momento en el que los datos pueden ser almacenados e intercambiados utilizando el formato JavaScript (JSON). Además, cuenta con la programación de la base de datos que se encuentra alojado en el servidor. A continuación, se describirán las funciones de cada proceso:

- *Spring authentication:* Es el proceso en el cual se requiere de un usuario y contraseña para el ingreso al software.
- *Transferencia de representación de estado (API REST Controller):* Este proceso actúa como una librería que permite consumir recursos que están

publicados en la base de datos, como, por ejemplo: acceder a la base de datos, realizar consultas, hacer modificaciones, es decir, gestionar los datos.

- *Servicio:* Después del ingreso al software (autenticación), el siguiente proceso es el del servicio. El software cuenta con un servidor web que se encarga de la gestión del software y de la base de datos.
- *Repositorio de datos:* Su función principal es el de almacenar los datos provenientes de la base de datos que se encuentran en la nube, este almacenamiento es pagado por los dueños del software.



4.2.2. Descripción del proceso de toma de decisiones.

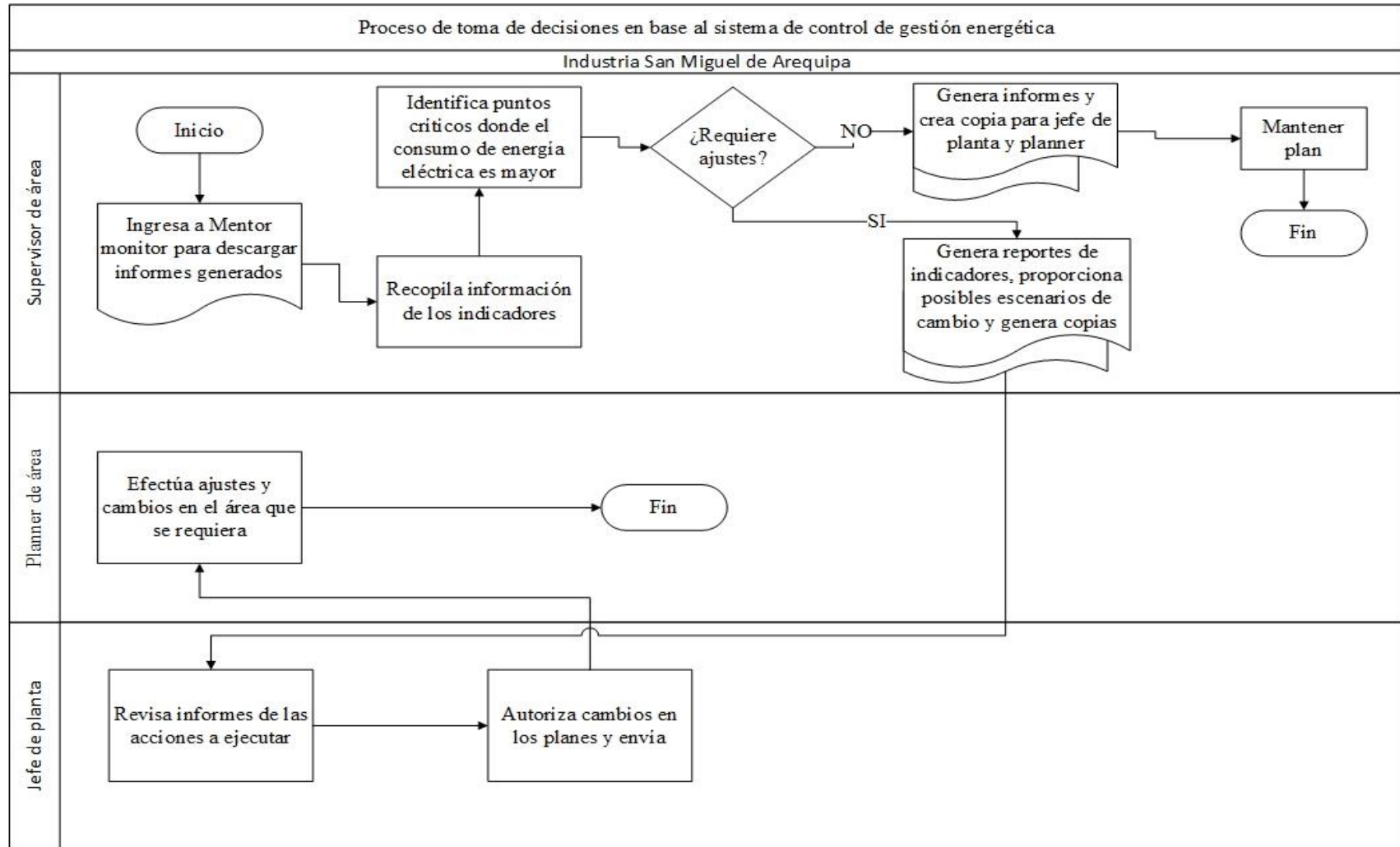


Figura 20. Proceso de toma de decisiones en base al sistema de control energética

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de investigación

A. Ingreso a la plataforma Mentor Monitor.

El proceso de toma de decisiones inicia con el ingreso a la plataforma Mentor Monitor esta actividad es efectuada por los supervisores de las distintas áreas relacionadas con la gestión energética. (Supervisores de mantenimiento y producción), es decir, estas personas se encargan de dicha operación por el hecho de que han sido capacitados para el uso eficiente de la herramienta. El software facilita la información de consumo de energía eléctrica a través de informes los cuales sirven de guía para los supervisores de modo que puedan visualizar el estado en el que se encuentra la empresa en cuanto a su consumo de energía eléctrica y puedan manejar con éxito sus indicadores. A continuación, se describirá el sistema de funcionamiento, se mostrará el portal y el dashboard de la plataforma Mentor Monitor.

Sistema de funcionamiento del software

- **Administración de usuarios**

Se refiere a la inscripción del personal autorizado al acceso del software Mentor Monitor. Se requiere información del usuario (nombre, correo electrónico, entre otros).

- **Administración de roles**

Se refiere al nivel de acceso de cada usuario depende de la función que se le asigne dentro del software Mentor Monitor. Los roles que se han definido son: Analista, administrador, programador.

- **Módulo de configuraciones**

Este módulo comprende la gestión de empresas, gestión de plantas, gestión de líneas de producción, gestión de dispositivos, gestión de turnos, configuración de calendarización, gestión de periodos tarifarios, gestión de archivos de datos, gestión de productos, gestión de alarmas.

- **Módulo de seguridad**

Este módulo funcional de validación de peticiones al servidor, autenticación de consultas, validación de envío de reportes vía email, cierre de sesión automático en caso de inactividad.

- **Módulo de reportes**

Este módulo comprende la gestión de variables, gestión de gráficas, gestión de reportes, análisis de gráficas por consulta, análisis de datos en tiempo real, envío de reportes automáticos.

- **Módulo de compromisos**

Este módulo se tiene la gestión de compromisos, permite la calendarización de actividades propuestas para la mejora de la gestión energética y el estado de avance de las actividades.

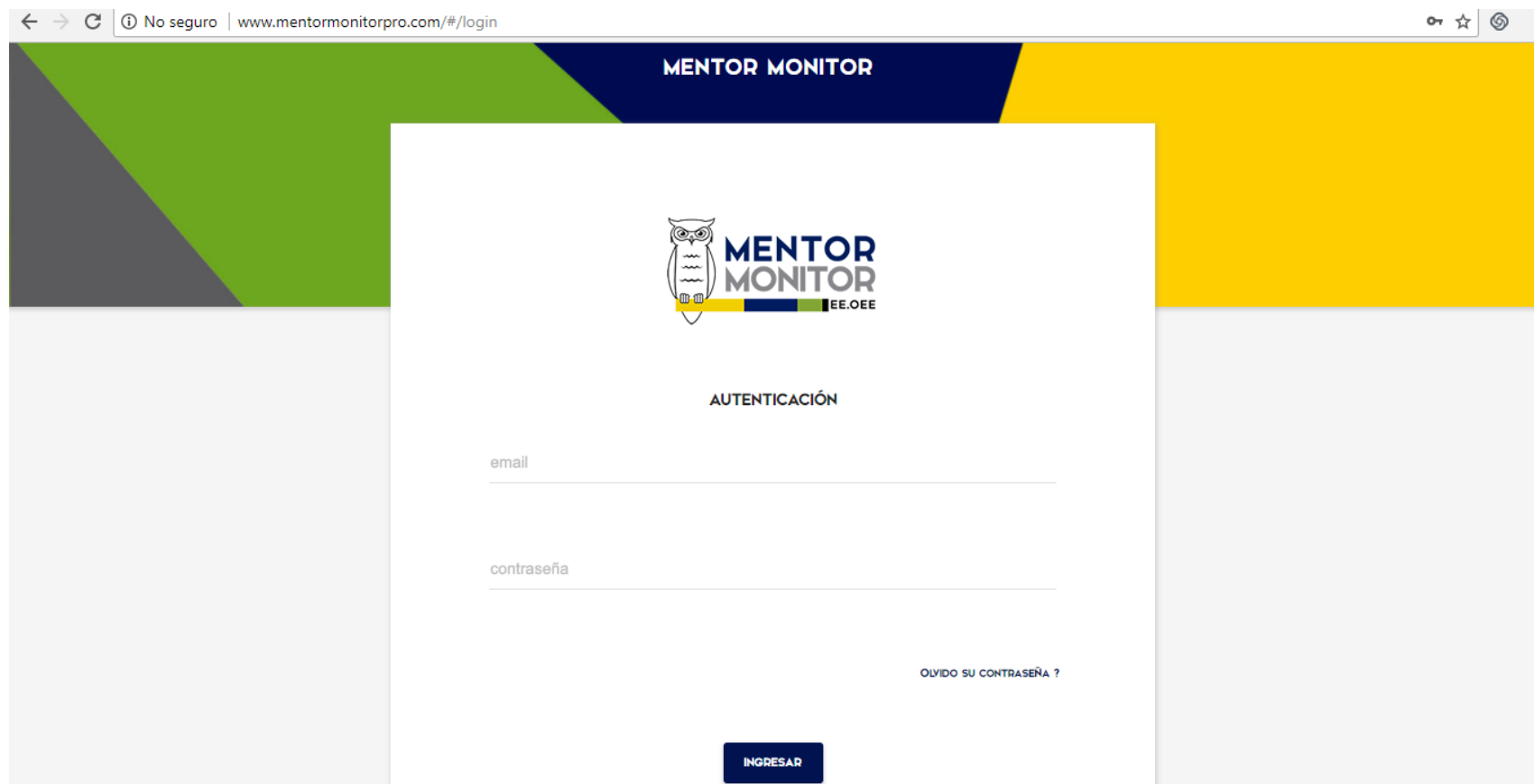


Figura 21. Ingreso a software Mentor Monitor

Fuente: Información obtenida de página web de *Mentor Monitor* (www.mentormonitorpro.com/#/login)

La Figura 21 muestra el portal del software en el cual solo tendrán acceso las personas autorizadas por el administrador, como se puede observar el ingreso es interactivo para la comodidad del usuario.

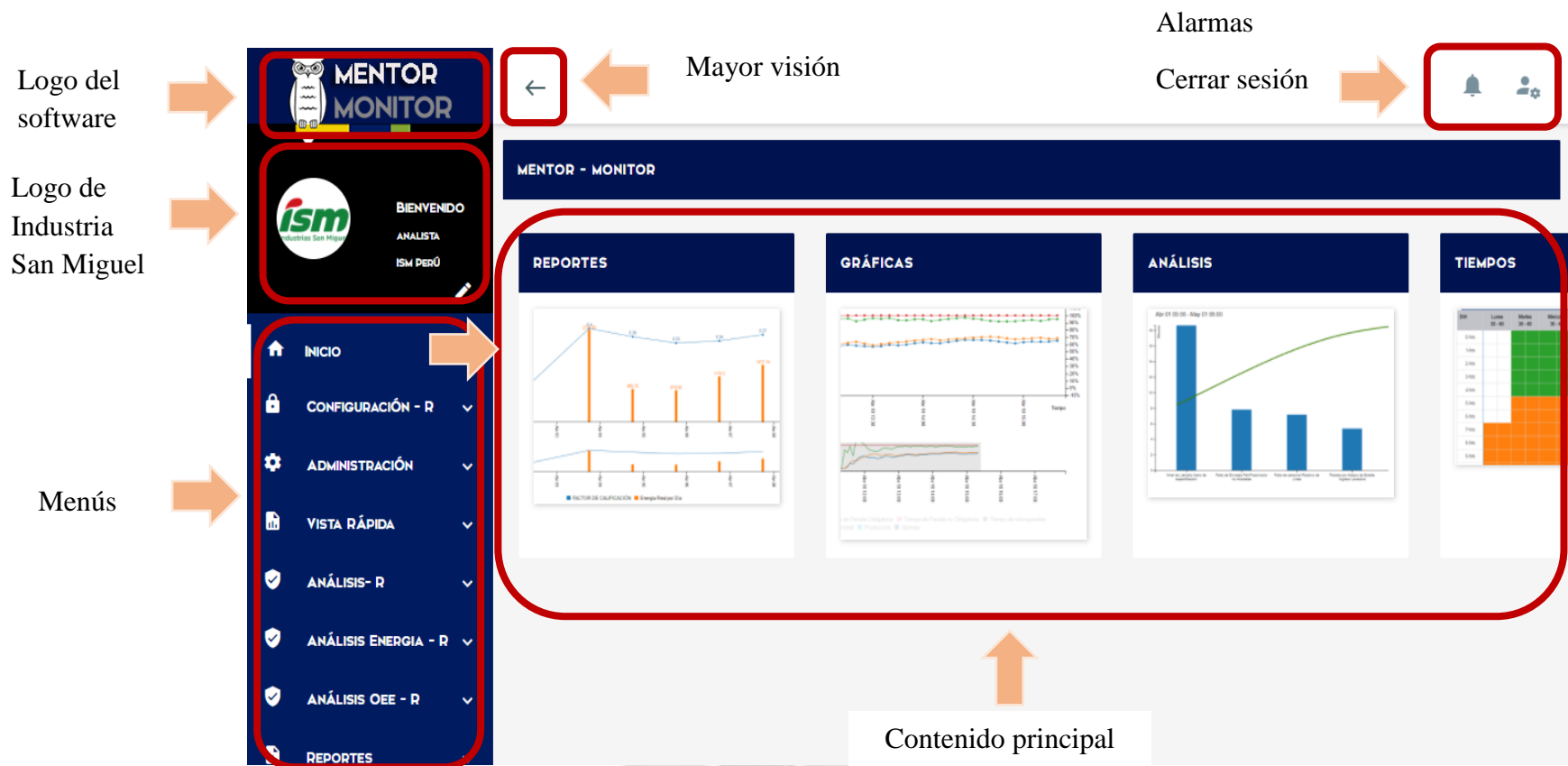


Figura 22. Dashboard de Mentor Monitor

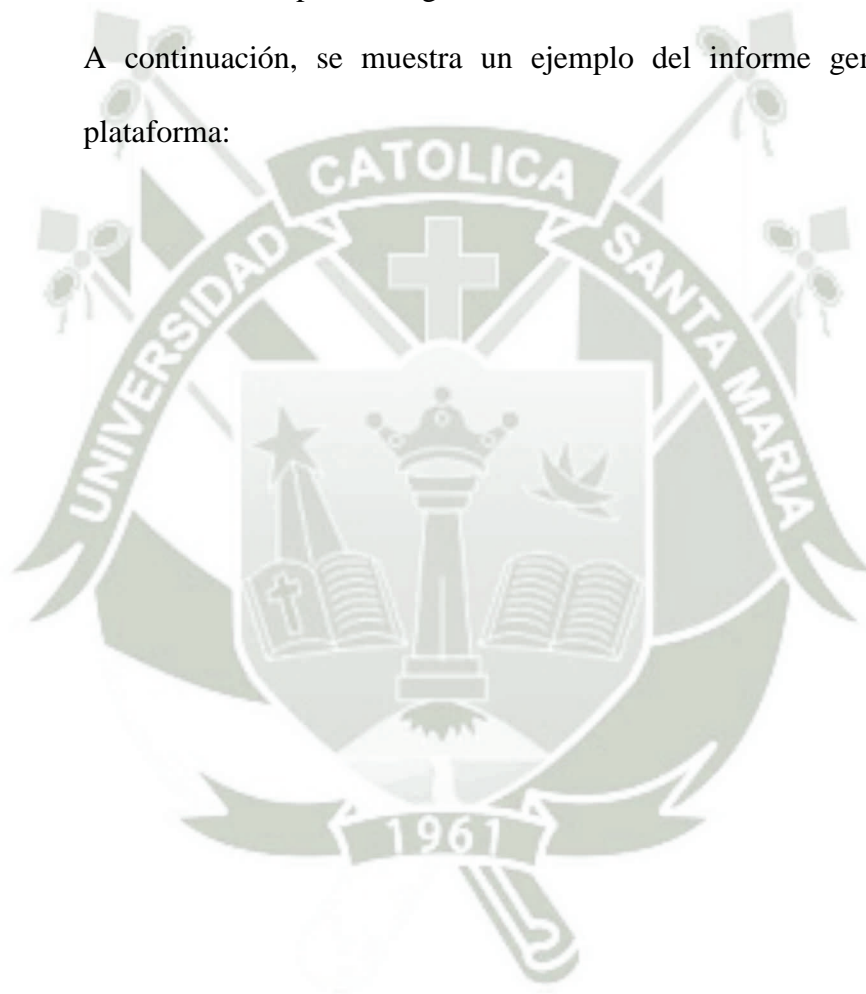
Fuente: Imagen obtenida de la página del software *Mentor Monitor* (www.mentormonitorpro.com)

La Figura 22 muestra el tablero inicial del software *Mentor Monitor*, y se puede observar las funcionalidades de la pantalla de inicio.

B. Recopilación y análisis de la información.

Los supervisores de área descargan el informe generado por el software con objeto de evaluar e identificar los puntos críticos que afectan el consumo de energía eléctrica y lo comparan con sus metas de los indicadores. Si se encuentra puntos críticos los supervisores se ingresan a la plataforma Mentor Monitor y realizan un estudio más detallado de las variables que afectan el desempeño energético.

A continuación, se muestra un ejemplo del informe generado por la plataforma:





VISTA
MANTENIMIENTO S221125

DESCARGAR

EMPRESA: INDUSTRIAS SAN MIGUEL

PLANTA: EMBOTELLADORA SAN MIGUEL

RUC: 20413940568

TIPO REPORTE: DIARIO

DIRECCIÓN: CAL. LA FLORIDA NRO. 204

FECHA ENVÍO: MARZO 31 06:00 AM, 2018

CONTROL DE VOLTAJE

Tipo de Grafica: Multilínea Periodo: 28/02/18 7:55 PM hasta 31/03/18 7:55 PM

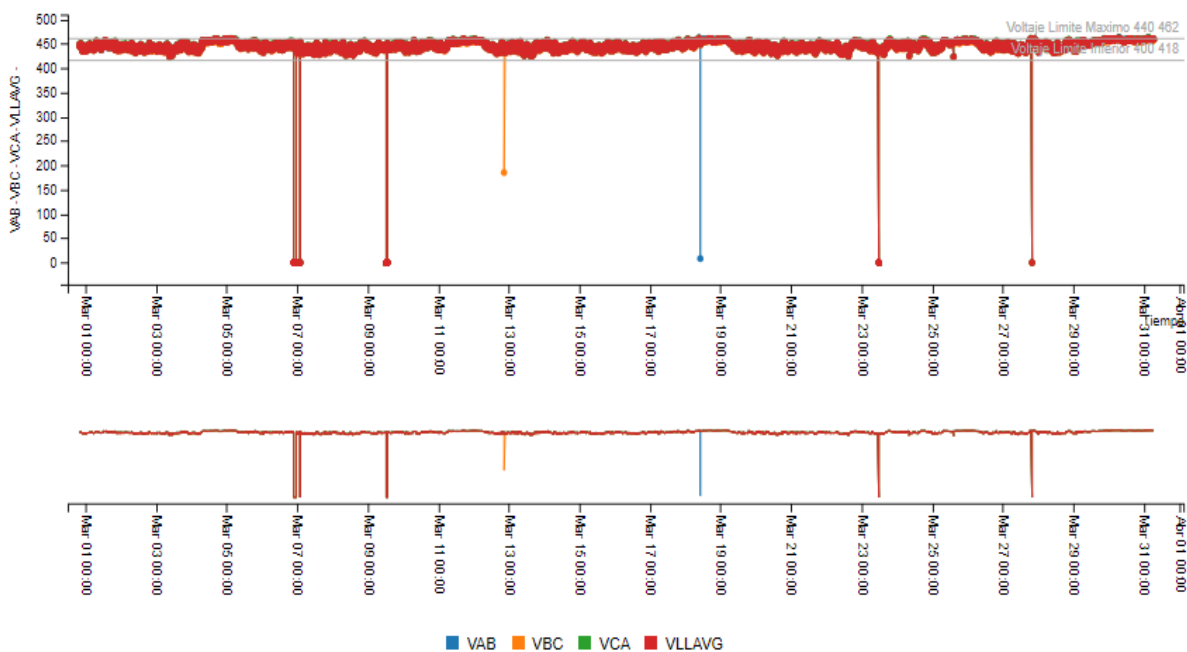
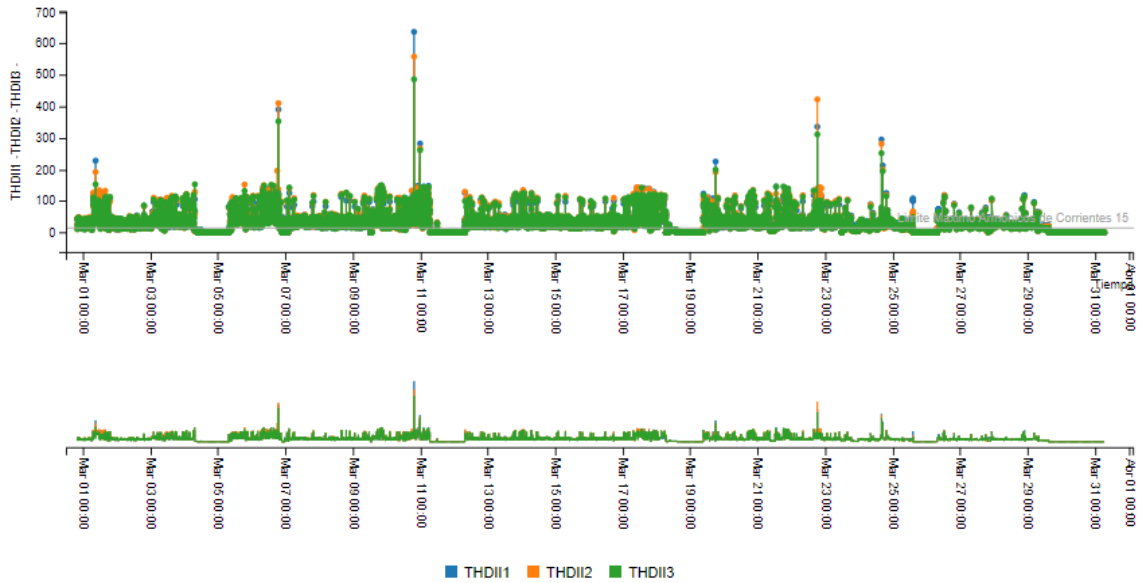


Figura 23.A Reporte de gestión energética generado por Mentor Monitor

Fuente: Imagen obtenida de la página del software *Mentor Monitor*

CONTROL DE ARMONICOS (I)

Tipo de Grafica: Multilínea Periodo: 28/02/18 7:55 PM hasta 31/03/18 7:55 PM



CONTROL ENERGIA REACTIVA

Tipo de Grafica: Multilínea Periodo: 28/02/18 7:55 PM hasta 31/03/18 7:55 PM

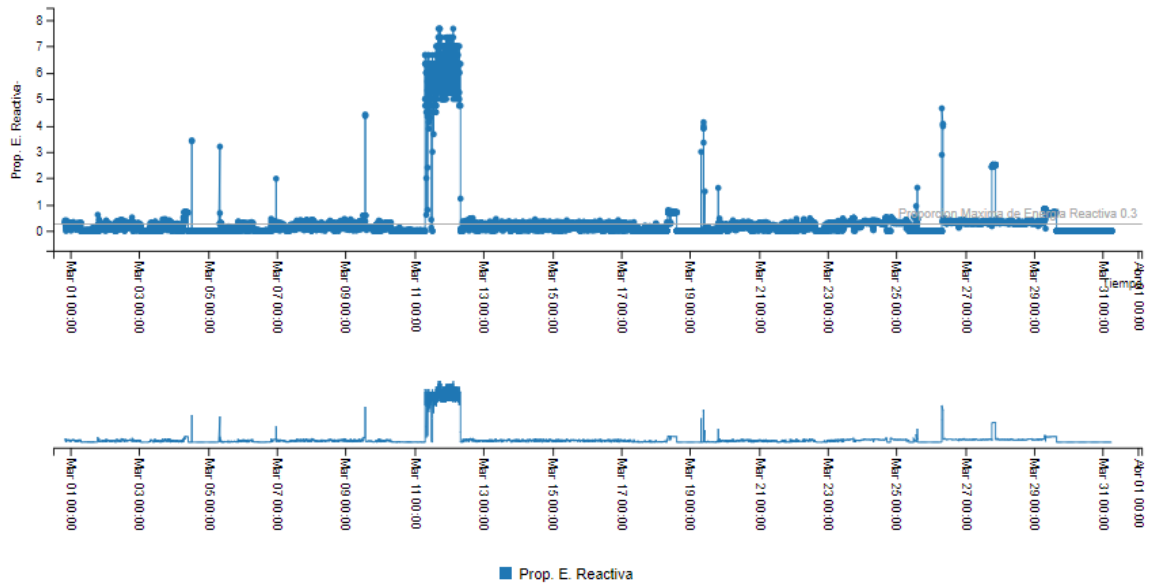


Figura 23.B Reporte de gestión energética generado por Mentor Monitor

Fuente: Imagen obtenida de la página del software *Mentor Monitor*

Por ejemplo, en la figura 23 se aprecia un reporte de gestión energética destinado para el área de mantenimiento en el cual se observan gráficas de las variables necesarias para evaluar en que puntos del día es menos costoso efectuar un mantenimiento y que el ajuste en producción no genere pérdidas por paradas de planta.

C. Evaluación de indicadores para realizar ajustes.

En este siguiente paso el supervisor revisa el reporte generado por Mentor Monitor con la intención de encontrar irregularidades según los indicadores meta que tienen plasmados y si hay puntos críticos efectúa un diagnóstico exhaustivo para elaborar su propio reporte.

Pasos para realizar consultas en Mentor Monitor

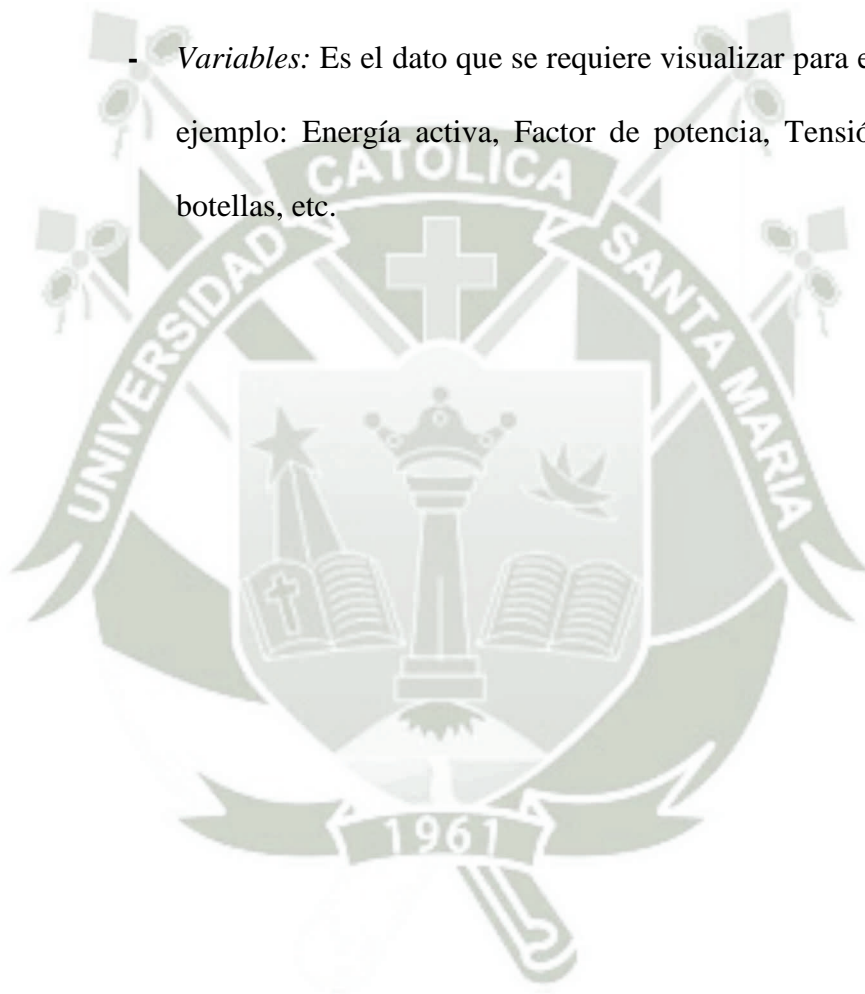
Se presenta el proceso para ordenar y consultar la información, empezando desde lo más general a lo más específico. Sirve para que el usuario pueda familiarizarse con la navegación dentro del software Mentor Monitor. A continuación, se describe cada uno de los componentes de la jerarquía:

- *Empresa:* Es la compañía a la cual se le presta el servicio de monitorización y gestión. En este caso Industria San Miguel de Arequipa.

- *Planta:* Es la fábrica que se encuentra en determinado espacio geográfico. Industria San Miguel Arequipa

- *Línea:* Se refiere a cada línea de producción que posee la planta. Industrias San Miguel Arequipa cuenta con 5 líneas de producción.

- *Locación:* Es el área de donde se quiere visualizar los datos. En este caso como se cuenta con 1 solo sensor en cada línea se toma el “Toda la línea” para el análisis.
- *Dispositivo:* Se refiere al equipo electrónico asignado a área. En este caso PLC (producción) o medidor de energía (consumo energético).
- *Variables:* Es el dato que se requiere visualizar para el análisis. Por ejemplo: Energía activa, Factor de potencia, Tensión, Conteo de botellas, etc.



GENERADOR DE CONSULTAS - R

Seleccione las variables:

FECHAS

Inicio
2017/12/11 00:00

Fin
2017/12/17 17:00

AGRUPAMIENTO

Horario

Operación por Agrupamiento
Suma

Compañía

Industrias San Miguel

Planta

Embotelladora San Miguel

Línea

Línea 3

Locación

Toda la Línea

Dispositivo

PLC MODICON M221

Variable

Prod. Lit (Produccion en Litros)

ADD

Añadir variable

Lista de variables a consultar

X EREAL (KWH) (ENERGIA REAL (KWH)) X PROD. LIT (PRODUCCION EN LITROS)

BUSCAR

Figura 24. Generador de consultas del software Mentor Monitor

Fuente: Imagen obtenida de la página del software *Mentor Monitor* (www.mentormonitorpro.com)

La Figura 24 acerca del generador de consultas de *Mentor Monitor*, muestra la actividad previa que se debe realizar para luego poder visualizar la gráfica requerida. La opción fechas es para seleccionar el periodo de tiempo en el que desea ver el grafico, agrupamiento es utilizado con el fin de juntar los datos (cada cinco minutos, cada 15 minutos, horario, diario, mensual, etc). Otra opción importante de mencionar es la “Línea” ya que se debe seleccionar la línea de producción o el suministro del cual se desea conseguir los datos, el dispositivo es el equipo de donde se obtienen los datos en el caso de datos de energía se utilizarán los medidores y en el caso de datos de producción los PLC’s y finalmente la selección de variables.





Figura 25. Visualización de gráfica a partir del generador de consultas

Fuente: Imagen obtenida de la página del software *Mentor Monitor* (www.mentormonitorpro.com)

En la Figura 25 referida a la visualización de la gráfica, se aprecia una gráfica de líneas de dos variables que son: La energía eléctrica en kWh de la línea de producción tres y la producción en litros de la misma línea 3. Como se puede observar en una misma grafica puede haber una o varias variables. En este caso el agrupamiento fue cada cinco minutos tomando como ejemplo los días 11 al 17 de diciembre. También cuenta con la opción de zoom que permite acercar la gráfica, y si se activa la opción de mostrar data se podrán observar los datos en un cuadro.



MOSTRAR DATA **COPIAR DATA**

Fecha	Energia Real (kWh)	Produccion en Litros
2017 Dec 11, 0:00	0.105	0
2017 Dec 11, 1:00	0.103	0
2017 Dec 11, 2:00	0.103	0
2017 Dec 11, 3:00	0.101	0
2017 Dec 11, 4:00	0.098	0
2017 Dec 11, 5:00	0.096	0
2017 Dec 11, 6:00	0.093	0
2017 Dec 11, 7:00	3.236	0
2017 Dec 11, 8:00	19.306	0
2017 Dec 11, 9:00	66.631	6264
2017 Dec 11, 10:00	80.322	16254
2017 Dec 11, 11:00	79.712	16578
2017 Dec 11, 12:00	76.104	12654
2017 Dec 11, 13:00	77.683	17172
2017 Dec 11, 14:00	73.752	11016
2017 Dec 11, 15:00	78.934	15678

Figura 26. Tabla de datos Mentor Monitor

Fuente: Imagen obtenida de la página del software *Mentor Monitor* (www.mentormonitorpro.com)

La Figura 26 referida a la tabla de datos de *Mentor Monitor*, muestra el consumo real de energía eléctrica en kWh y la producción en litros en este caso se tomó como ejemplo la línea de producción número 3 (produce bebidas gasificadas y aguas en botellas PET). Tiene la opción copiar o exportar la data a un documento office como, por ejemplo: Excel.

Tabla 22.A. Análisis del índice de consumo de energía eléctrica (puntos críticos)

	Energía Real watts	Producción en Litros	Índice de consumo de energía eléctrica
12/12/2017 00:00	44.465	824	0.054
12/12/2017 01:00	41.025	180	0.228
12/12/2017 02:00	69.723	6252	0.011
12/12/2017 03:00	81.109	13836	0.006
12/12/2017 04:00	62.547	1207.6	0.052
12/12/2017 05:00	76.326	9432	0.008
12/12/2017 06:00	76.608	11124	0.007
12/12/2017 07:00	64.859	4944	0.013
12/12/2017 08:00	62.195	8436	0.007
12/12/2017 09:00	69.333	9096	0.008
12/12/2017 10:00	78.616	13860	0.006
12/12/2017 11:00	82.227	19128	0.004
12/12/2017 12:00	82.129	1511	0.054

Fuente: Información proporcionada por Industria San Miguel de Arequipa

Tabla 22.B. Análisis del índice de consumo de energía eléctrica (puntos críticos)

	Energía Real watts	Producción en Litros	Índice de consumo de energía eléctrica
12/12/2017 13:00	83.213	19560	0.004
12/12/2017 14:00	84.994	20556	0.004
12/12/2017 15:00	84.387	19404	0.004
12/12/2017 16:00	83.941	19572	0.004
12/12/2017 17:00	84.754	20004	0.004
12/12/2017 18:00	84.802	20736	0.004
12/12/2017 19:00	66.115	6048	0.011
12/12/2017 20:00	72.679	9756	0.007
12/12/2017 21:00	80.647	16824	0.005
12/12/2017 22:00	78.214	15240	0.005
12/12/2017 23:00	67.831	1219	0.056

Fuente: Información proporcionada por Industria San Miguel de Arequipa

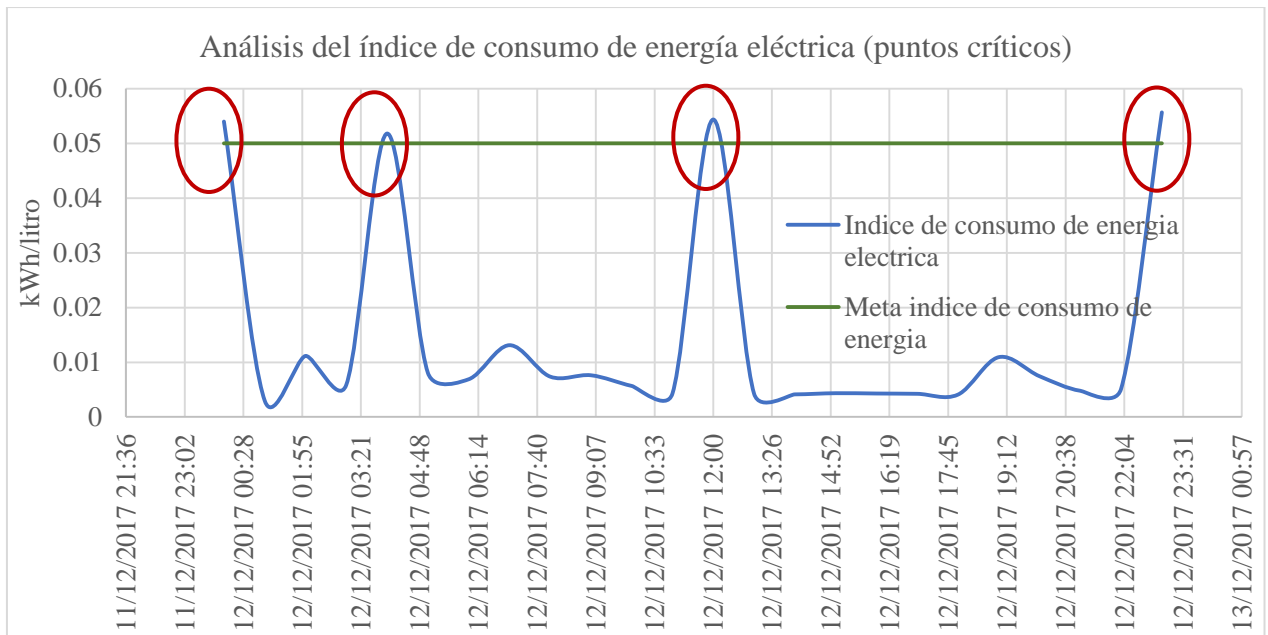


Figura 27. Análisis del índice de consumo de energía eléctrica (puntos críticos)

Fuente: Información proporcionada por Industria San Miguel de Arequipa

La Figura 27 muestra la relación del consumo de energía eléctrica y la producción en litros, se puede observar que los picos del indicador de desempeño energético de ISM Arequipa curiosamente a pesar de haber producido menos litros el consumo es mayor que en otros eventos de consumo de energía, esto es consecuencia de que ha habido excedo de paros por emergencia o paradas no planificadas.

Entonces una vez identificado los puntos críticos de consumo el supervisor realiza el diagnóstico para identificar los porqués de este exceso de consumo de energía eléctrica. En este caso pudo por consecuencia de una mala gestión en mantenimiento.

D. Revisión de informes y autorización de ajustes

El jefe de planta revisa el informe proporcionado por los supervisores con el objetivo de proporcionar acciones correctivas para dar solución al problema identificado.

Por ejemplo, en la gráfica se identificó que los problemas de consumo son por consecuencia de una mala planificación en mantenimiento, entonces el jefe de planta recolecta información del gamba (máquinas de la línea donde los puntos salieron del meta), identifica los tiempos muertos de las máquinas para identificar cual fue el cuello de botella, seguidamente realiza un Pareto con las causas raíz de los tiempos muertos para identificar los pocos vitales de los muchos triviales.

Este informe es enviado al planner de mantenimiento para que planifique y programe un mantenimiento autónomo en las máquinas para mejorar la efectividad y disponibilidad de los equipos.

4.3. Verificar

En esta etapa la autora de esta tesis se encargaba de dar la validación de los datos, lo cual consistía en extraer una data histórica del sistema de control de gestión energética (*MENTOR MONITOR*) y compararlos con los datos reales. Además de elaborar reportes de consumo de energía eléctrica para que con esa información se dé un seguimiento constante del correcto funcionamiento del software.

4.3.1. Comparación de procesos para toma de decisiones.

El proceso de toma de decisiones era totalmente empírico ya que no tenía un sustento técnico o una metodología estandarizada para agilizar las operaciones; como se puede observar en la figura 28, los cuellos de botella se encuentran en las dos primeras operaciones: Recopilación de información en campo y Procesar datos recolectados en una hoja de cálculo (Excel).



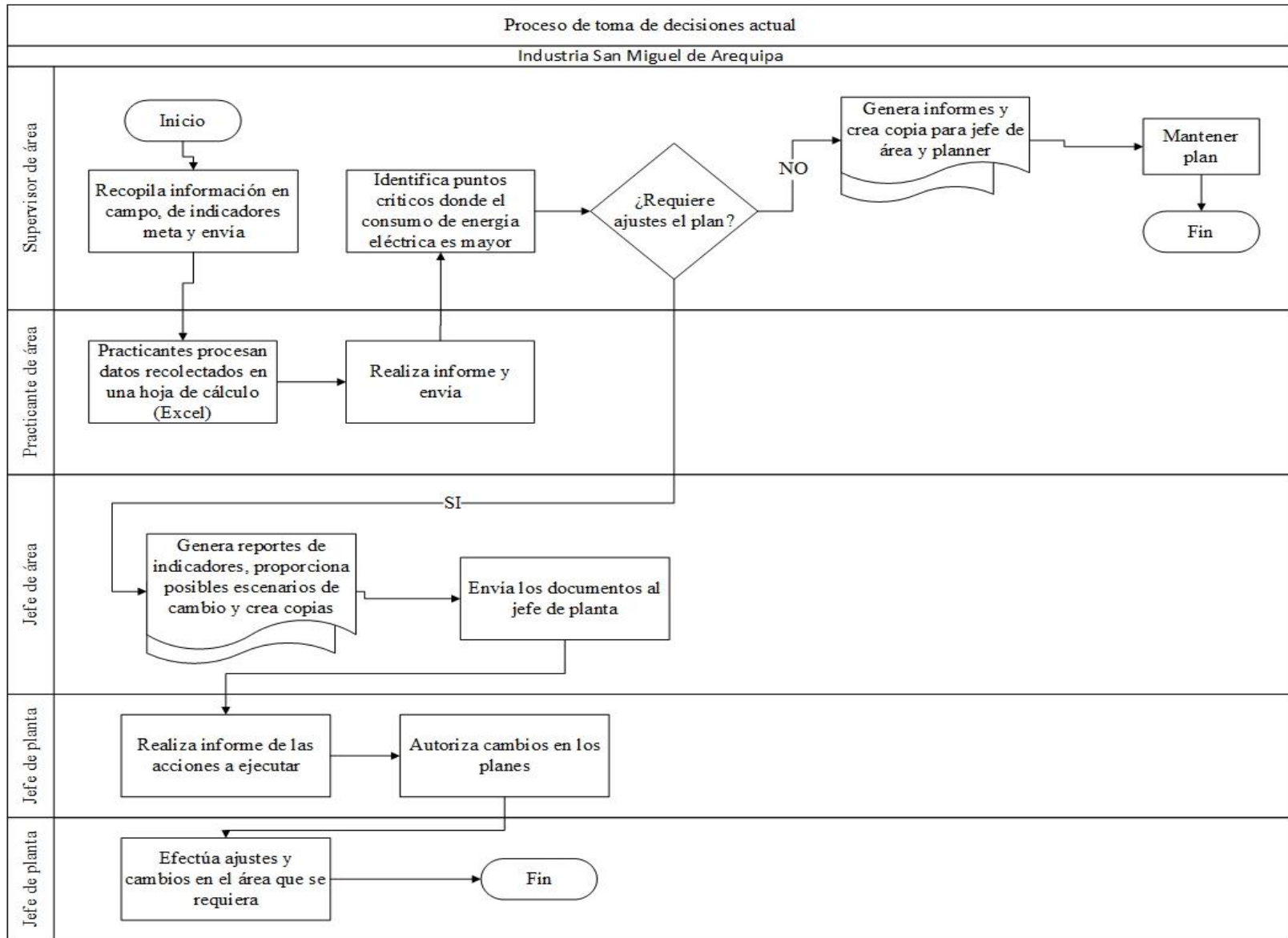


Figura 28. Proceso actual de toma de decisiones

Fuente: Información proporcionada por Industria San Miguel de Arequipa

A continuación, se describirá brevemente porque se considera cuellos de botella a dichas operaciones.

A. Recopilación de información en campo

A cada operario se le sobrecargaba con actividades extra. Se les daba la tarea primordial de anotar en una hoja todos los sucesos negativos y positivos que ocurrían en su línea de producción, como, por ejemplo: la duración de los tiempos muertos por máquina, las consecuencias de los fallos, la cantidad de botellas de agua gasificadas, aguas y néctares que se produjeron, etc. Todas estas actividades extras retrasaban su función principal que es la de transformar la materia prima en producto terminado.

Ya procesada la última unidad de aguas gasificadas, aguas y néctares, el supervisor de área se dirige a cada una de las líneas de producción para recopilar la información anotada por los operarios.

B. Procesamiento de datos recopilados

El supervisor de área entrega a los practicantes de turno toda la información recopilada para ser procesada en una hoja de cálculo, esta actividad requiere mucho tiempo puesto que se tiene que armar tablas y gráficos para entender e identificar la situación de la planta. Una vez procesada la información, el supervisor de área interpreta los datos e identifica los puntos críticos donde el consumo de energía eléctrica es mayor.

Las siguientes operaciones son iguales a la planteadas en el proceso de tomas de decisiones en base al sistema de control de gestión energética.

Nota. El planner tenía que solicitar la aprobación del jefe de área para realizar cambios en los planes, luego se mandaban esos ajustes al jefe de planta para que nuevamente de la aprobación.



4.4.1. Descripción del proceso de toma de decisiones.

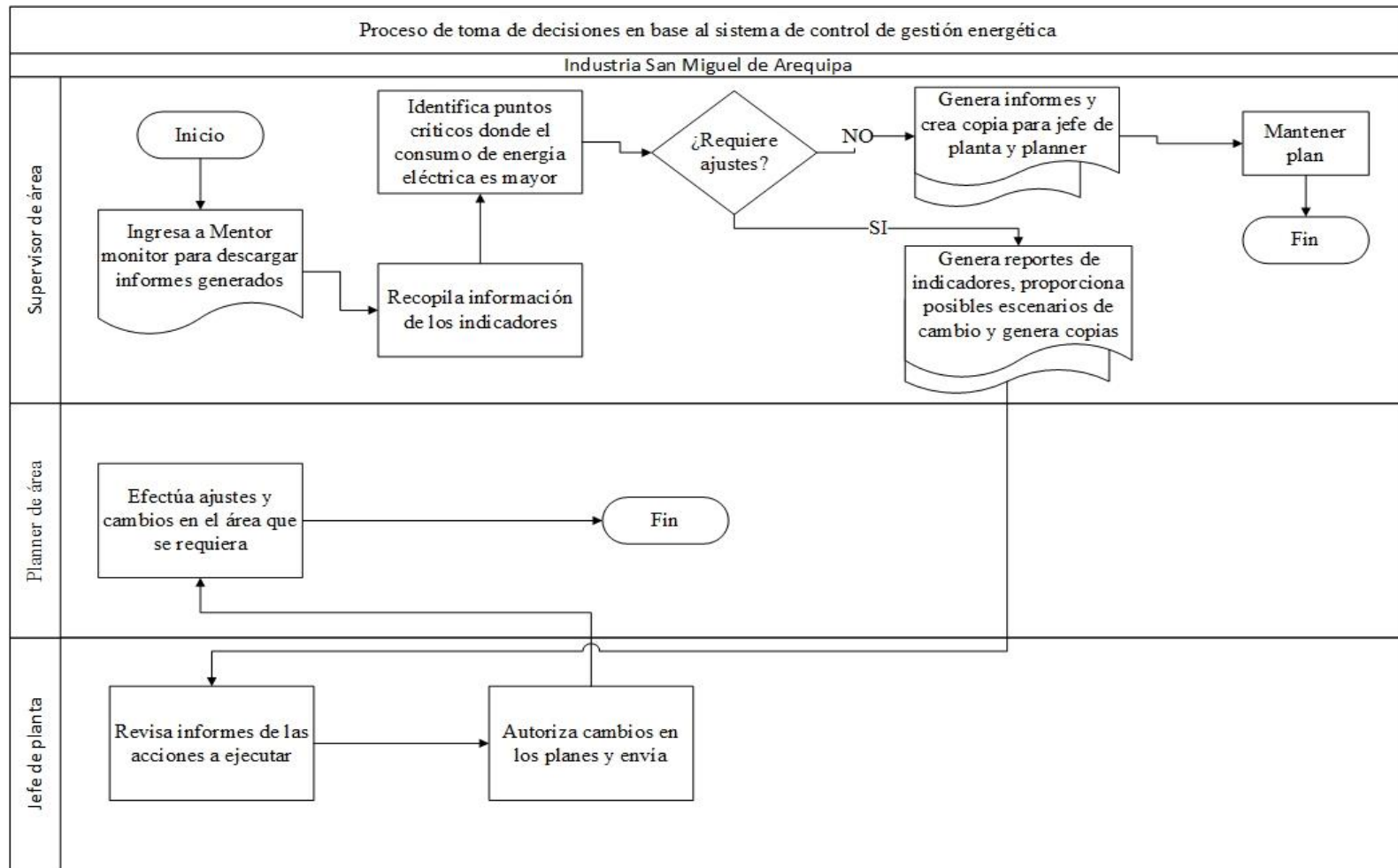


Figura 29. Proceso de toma de decisiones en base al sistema de control energética

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de investigación

La tabla 23 muestra los tiempos de ciclo individual y global en proceso de tomas de decisiones para ambos escenarios (actual y mejorado). Se observa que con la implementación del sistema de control de gestión energética se han reducido considerablemente estos tiempos y también se han eliminado operaciones que con el software son innecesarias.

Tabla 23. Comparación de tiempos en el proceso de toma de decisiones

Cantidad	Cargo	Descripción de actividades	Tiempo en min. Proceso de toma de decisiones actual	Tiempo en min. Proceso de toma de decisiones en base al sistema de control de gestión energética
2	Supervisor	Recopilación de información en campo	10	
2	Supervisor	Envía información recolectada a practicantes de turno	5	
2	Supervisor	Ingresa a la plataforma Mentor Monitor para descargar informes generados		3
2	Practicantes	Transcripción y procesamiento de datos en hojas de calculo	180	
2	Supervisor	Identificación de puntos críticos	20	10
2	Supervisor	Elaboración y análisis de informe	30	30
2	Supervisor	Envía informe a jefe de área para solicitar aprobación	5	5
2	Jefe de área	Jefe de área aprueba ajustes en planes	10	
2	Planner	Planner envía los cambios al jefe planta	5	5
1	Jefe de planta	Jefe de planta autoriza para efectuar estos cambios en campo	5	5
Tiempo operativo			270	58

Fuente: Elaboración propia, basado en caminatas en planta

4.3.2. Medición y análisis del sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua.

A. Mejoras alcanzadas

Los reportes generados y la data histórica almacenada en la plataforma *Mentor Monitor* permitió a los responsables de operaciones, mantenimiento y áreas a fines realizar simulaciones del consumo de energía eléctrica para detectar los momentos óptimos en los cuales se pueda aprovechar para disminuir el consumo de energía eléctrica en kWh en momentos oportunos (hora punta) y de esta manera los picos de demanda máxima (kW) puedan ser controlados mediante una gestión adecuada la cual es permisible con la implementación de *Mentor Monitor*, siguiendo el ciclo de mejora continua.

A continuación, se realizará un mapa de procesos (Figura 30) con el fin de esquematizar la mejora de los mismos en ISM de Arequipa mediante la implementación del sistema de control de gestión energética.

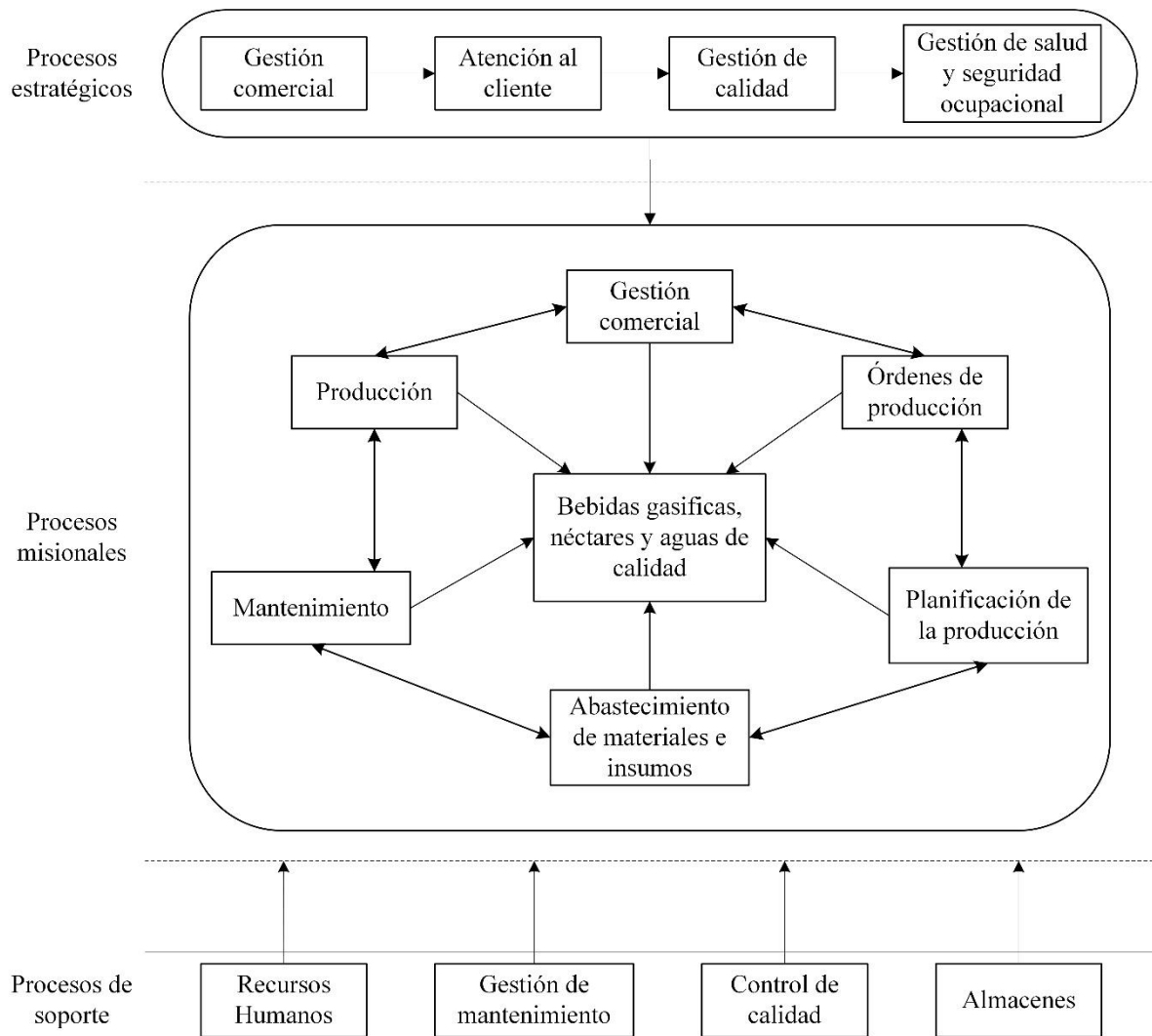


Figura 30. Mapa de procesos antes de la implementación del sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua en ISM Arequipa

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de investigación

El mapa de procesos de ISM Arequipa antes de la implementación del sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua tenía como procesos estratégicos gestionar la cadena de suministros ya que le daban prioridad al tiempo de ciclo y los tiempos de entrega al cliente. Se basaban en los protocolos de las ISOS y OSHAS que cuenta la organización

para generar un flujo continuo de información y materiales sin darle importancia a los costos que generaban el consumo de energía eléctrica.

Mediante la implementación del sistema de gestión energética sus objetivos siguen siendo los mismos con la diferencia de que ahora se da un grado de importancia al consumo de energía eléctrica; logrando de esta manera reducir sus costos operativos y aumentar su productividad).

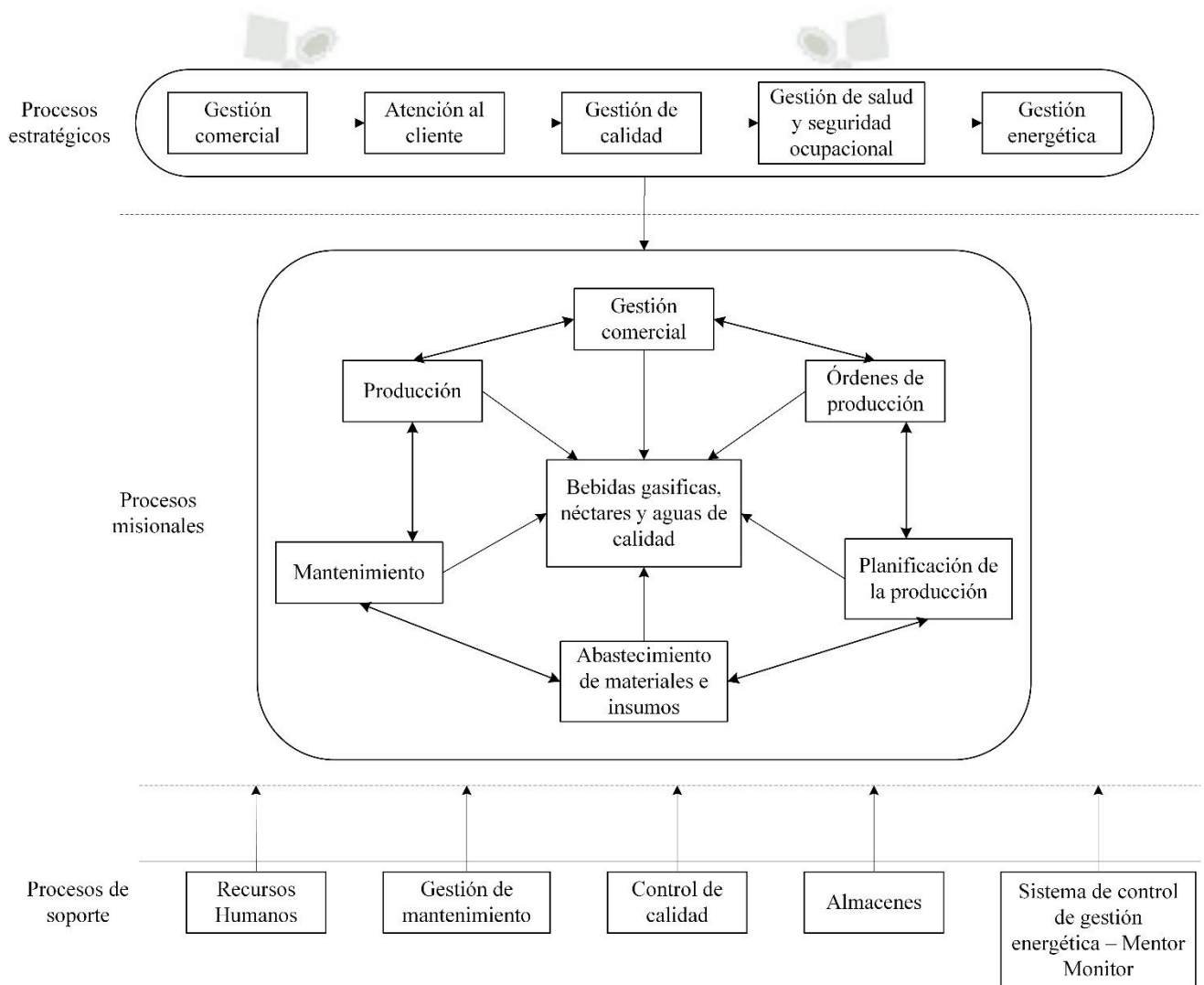


Figura 31. Mapa de procesos después de la implementación del sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua en ISM Arequipa

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de investigación

Como se muestra en la Figura 31 los procesos tienen las siguientes partes:

Procesos estratégicos

- Gestión de la cadena de suministro
- Gestión de energía
- Gestión de seguridad
- Gestión de Calidad

Los *procesos misionales* permanecen iguales

Procesos de Soporte

- Gestión del talento humano
- Software Mentor Monitor
- Gestión de mantenimiento
- Gestión de calidad

B. Evaluación del desempeño energético.

Se realizó una comparación del desempeño energético entre la gestión de la energía antes del proyecto y la gestión de energía después del proyecto, para ello se utilizó el índice de consumo, el cual ya se describió en capítulo anterior.

Tabla 24. Datos de producción en litros, consumo de energía en kWh e Índice de consumo del 2017

Meses	Producción (litros)	Consumo real (kWh)	Índice de consumo (kWh/litros)
may-17	14,350,531	710,650	0.050
jun-17	10,361,250	549,700	0.053
jul-17	11,126,300	556,999	0.055
ago-17	15,520,956	715,150	0.046
sep-17	14,827,384	692,852	0.047
oct-17	14,526,185	699,179	0.048
nov-17	16,004,709	759,500	0.047
dic-17	12,645,999	616,501	0.049

Fuente: Elaboración propia, basado en datos proporcionados por Industria San Miguel Arequipa

La Tabla 24 muestra los datos de producción en litros y consumo de energía eléctrica los cuales permitieron realizar el cálculo del índice de consumo de energía de mayo a diciembre del 2017, de agosto a diciembre los índices de consumo son los óptimos, en junio y julio se experimentó índices de consumo elevados.

Tabla 25. Comparación del índice de consumo de energía en Industria San Miguel, Arequipa

Meses	Índice de consumo antes del proyecto	Índice de consumo después del proyecto	Límite de índice de consumo
Mayo	0.058	0.050	0.05
Junio	0.058	0.053	0.05
Julio	0.055	0.050	0.05
Agosto	0.053	0.046	0.05
Septiembre	0.055	0.047	0.05
Octubre	0.054	0.048	0.05
Noviembre	0.051	0.047	0.05
Diciembre	0.050	0.049	0.05

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de investigación

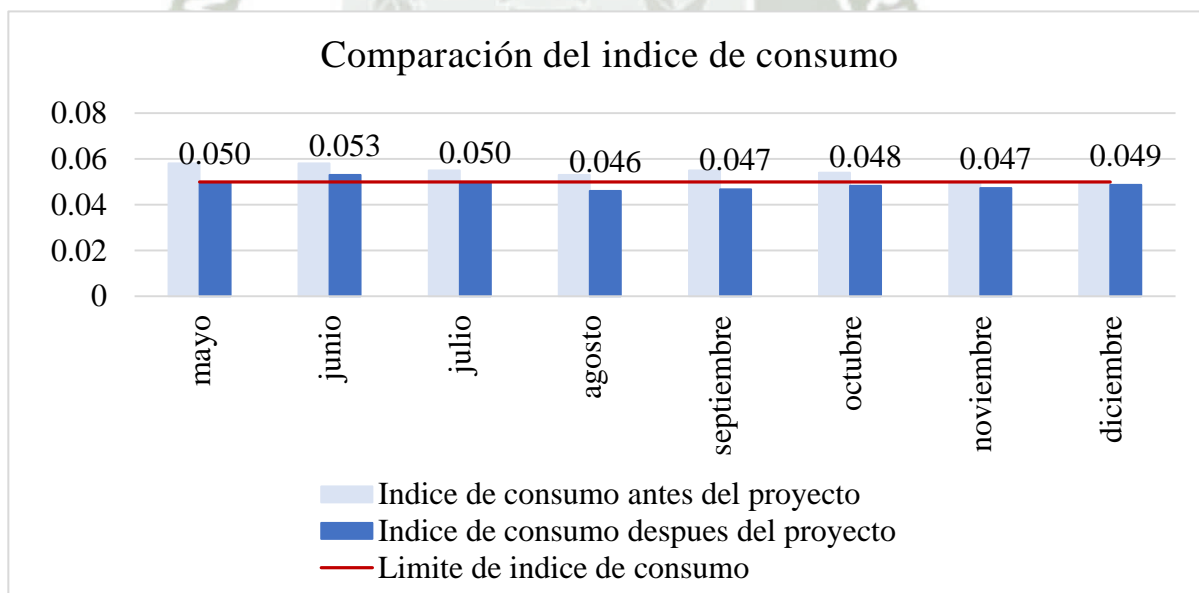


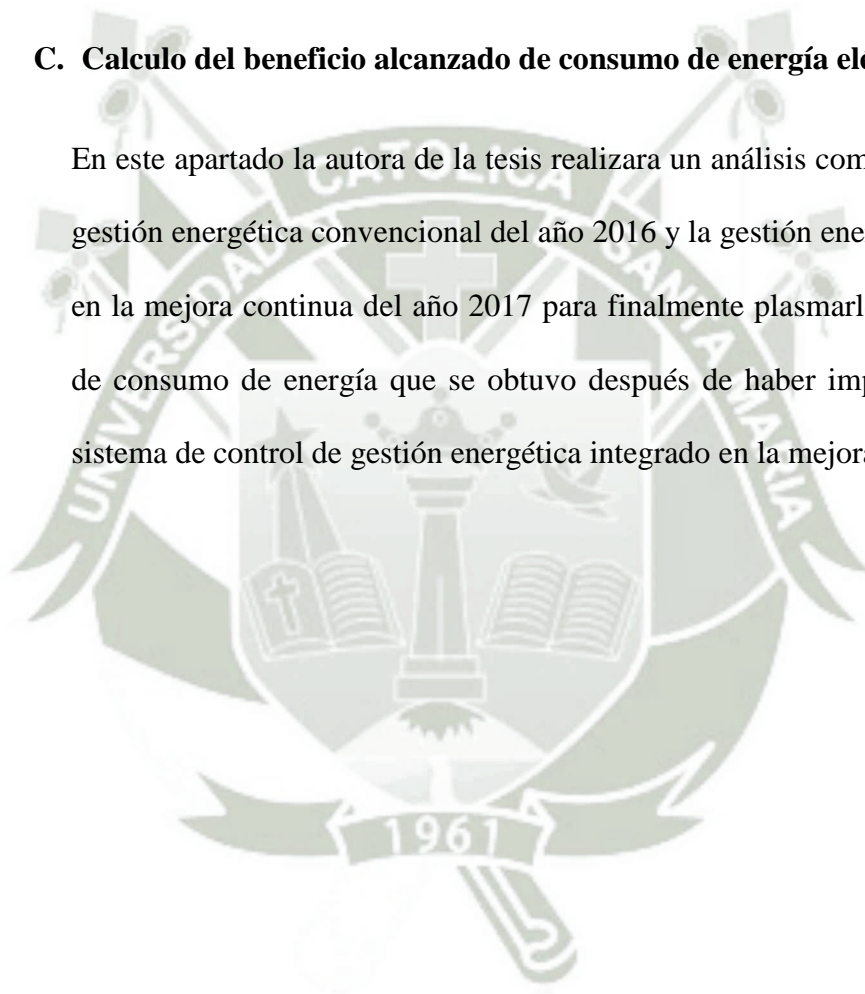
Figura 32. Comparación del índice de consumo de energía en Industria San Miguel, Arequipa

Fuente: Elaboración propia, a partir de la Tabla 23

La Tabla 25 referida a la comparación del índice de consumo de energía muestra el índice de consumo antes del proyecto (mayo – diciembre 2016) y el índice de consumo después del proyecto (mayo – diciembre 2017). La Figura 32, nos permite visualizar que todos los meses (a excepción del mes de junio) después del proyecto tiene un índice de desempeño óptimo que está por debajo del límite, es decir, el desempeño energético mejoró.

C. Calculo del beneficio alcanzado de consumo de energía eléctrica.

En este apartado la autora de la tesis realizara un análisis comparativo de la gestión energética convencional del año 2016 y la gestión energética basada en la mejora continua del año 2017 para finalmente plasmarlo en el ahorro de consumo de energía que se obtuvo después de haber implementado el sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua.



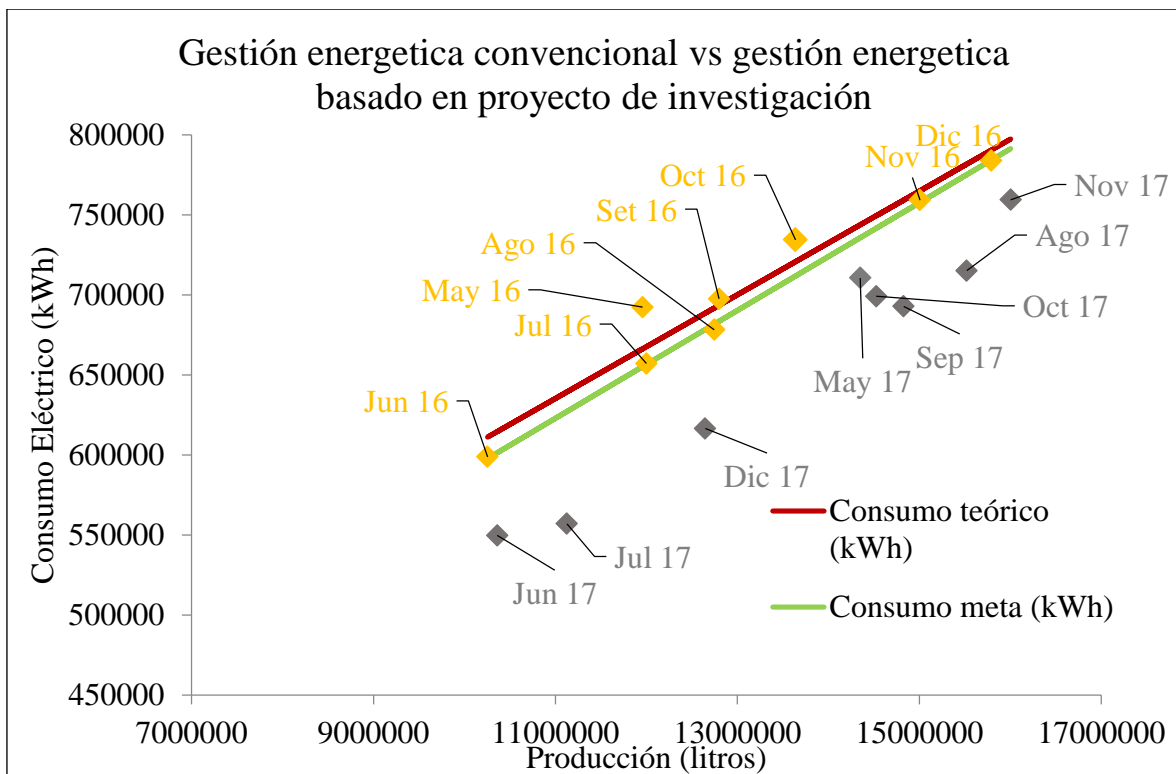


Figura 33. Gestión energética convencional vs gestión energética basado en estudio de investigación

Fuente: Elaboración propia basado en estudio de investigación

La Figura 33, muestra la comparación de la situación energética de cada mes de los años 2016 – 2017. Se aprecia que la situación energética es el resultado entre la relación del consumo de energía eléctrica y la producción en litros. Como se observa los meses en el que ya se cuenta con el software (puntos plomos) se encuentran por debajo de la línea meta lo cual es lo óptimo, a diferencia de la gestión energética convencional (puntos amarillos).

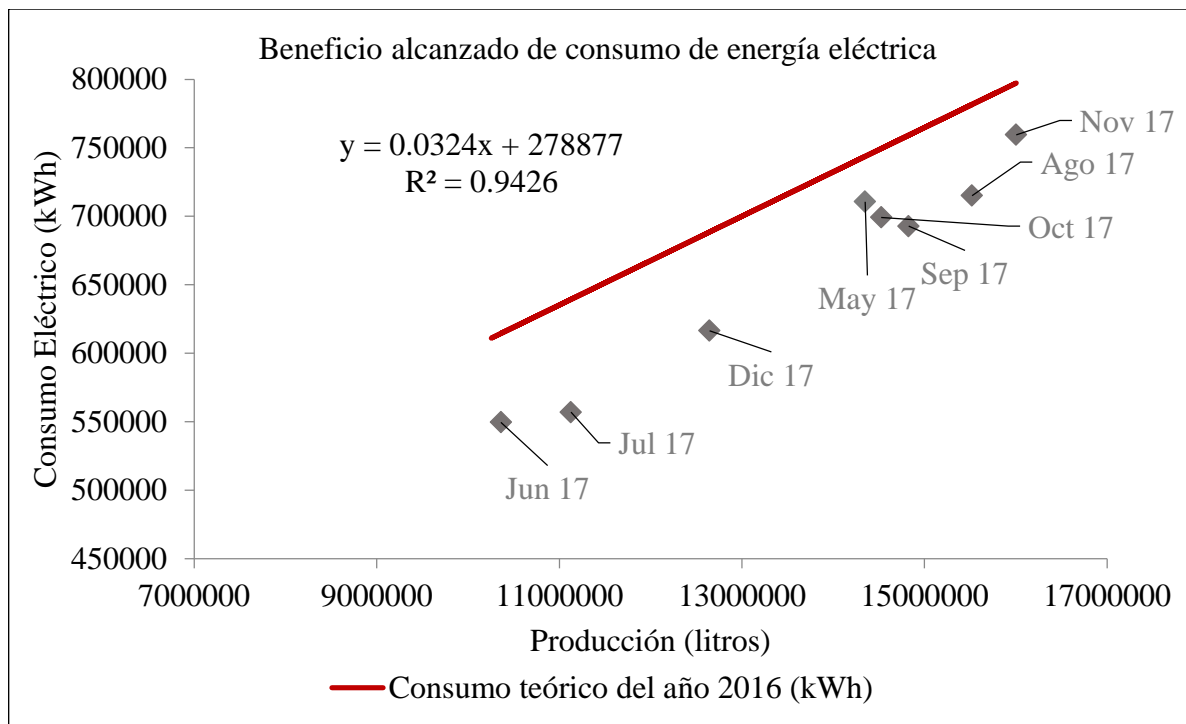


Figura 34. Beneficio alcanzado de consumo de energía eléctrica

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de investigación

En la Figura 34, referido al beneficio alcanzado de consumo de energía eléctrica, se calculó a partir de la línea de consumo promedio del 2016 y se realizó la diferencia con el consumo real del 2017, de esta manera se obtuvo el ahorro en kWh desde el momento en el que se implementó el sistema de control de gestión energética basado en la mejora continua.

Tabla 26. Ahorro porcentual del consumo de energía eléctrica

Consumo Real Año 2016 (kWh)	Ahorro Año 2017 (kWh)	% Ahorro
-----------------------------	-----------------------	----------

5,602,077	473,800	8.46%
-----------	---------	-------

Fuente: Elaboración propia basado en estudio de investigación

Como se observa en la Tabla 26, se obtuvo un ahorro de consumo de energía eléctrica en el año 2017 (mayo – diciembre) del 8.46% con respecto al año 2016 (mayo – diciembre) logrando cumplir con el objetivo energético planteado en la Tabla 20 y a su vez en el objetivo de la presente investigación.

Tabla 27. Calculo del precio promedio

	Precio por Hora punta	Precio por total de horas punta en un 1 día (5 horas)	Precio por Hora fuera de punta	Precio por total de horas fuera de punta en un 1 día (19 horas)
Mayo - 17	0.2095	1.0475	0.1671	3.175
Junio - 17	0.2103	1.0515	0.1679	3.190
Julio - 17	0.2185	1.0925	0.1803	3.426
Agosto - 17	0.2177	1.0885	0.1737	3.300
Septiembre -17	0.2185	1.0925	0.1803	3.426
Octubre - 17	0.2185	1.0925	0.1803	3.426
Noviembre - 17	0.2190	1.0950	0.1803	3.4257
Diciembre-17	0.2190	1.0950	0.1803	3.426
Precios promedios de HP Y HFP		1.0819		3.349
Precio promedio				0.185

Fuente: Elaboración propia, basado en datos proporcionados por Osinergmin

La Tabla 27 muestra el cálculo para hallar el precio promedio en S./ kWh se realizó con el fin de encontrar el ahorro en soles. Los precios unitarios en hora punta y hora fuera de punta se obtuvieron de Osinergmin, seguidamente a dichos precios se les multiplico por el número de horas del cual pertenece ese precio (para hora punta se multiplico por 5 y para hora fuera de punta por 19), después de eso se calculó el precio promedio de hora punta y hora fuera,

finalmente se sumó ambos precios y se dividió entre las 24 horas, consiguiendo un resultado de 0.185 S./kWh.

Tabla 28. Beneficio alcanzado de consumo de energía eléctrica

Meses	Producción (litros)	Consumo real 2017 (kWh)	Consumo teórico del 2016 (kWh)	Ahorro en kWh	Precio promedio (S./ kWh)	Ahorro en soles
may-17	14,350,531	710,650	743,827	33,177	S/. 0.185	S/. 6,137.78
jun-17	10,361,250	549,700	614,575	64,875	S/. 0.185	S/. 12,001.78
jul-17	11,126,300	556,999	639,362	82,363	S/. 0.185	S/. 15,237.18
ago-17	15,520,956	715,150	781,749	66,599	S/. 0.185	S/. 12,320.81
sep-17	14,827,384	692,852	759,277	66,425	S/. 0.185	S/. 12,288.67
oct-17	14,526,185	699,179	749,518	50,339	S/. 0.185	S/. 9,312.79
nov-17	16,004,709	759,500	797,423	37,923	S/. 0.185	S/. 7,015.68
dic-17	12,645,999	616,501	688,600	72,099	S/. 0.185	S/. 13,338.38
Total						S/. 87,653.07

Fuente: Elaboración propia, basado en Figura 34, beneficio alcanzado de consumo de energía eléctrica

La Tabla 28, que muestra el beneficio alcanzado en cuanto al consumo de energía eléctrica se observa el desarrollo del cálculo del ahorro en kWh, el cual se multiplicó por el precio promedio (S./ kWh) y dio como resultado el ahorro en soles, con un total de S/. 87,653.07.

La herramienta para la adecuada gestión de la energía ha sido descrita en detalle, considerando todas sus etapas como la asignación de responsabilidades del personal, la planificación, la determinación de costos de equipos y servicios, y la cronogramación de actividades. Así mismo se ha tratado sobre la arquitectura del software *Mentor Monitor* y los equipos que la conforman. Se ha detallado la utilización del software a nivel del usuario. Finalmente se hizo una comparación entre la gestión de la energía eléctrica antes de la implementación del software y posterior a él. Todo esto, ha permitido cumplir con el objetivo principal de esta investigación en Industria San Miguel, el cual fue establecer el sistema de control gestión energética integrado en la mejora continua de manera adecuada.



Capítulo V: Evaluación de la implementación del proyecto

5.1. Evaluación de las mejoras obtenidas con el proceso de toma de decisiones.

En este acápite se ha evaluado el ahorro en minutos para poder calcular el ahorro soles por año basado en la remuneración de cada cargo ocupado por el personal que interviene en el proceso de toma de decisiones.

Tabla 29. Comparación de tiempos en el proceso de toma de decisiones

Cantidad	Cargo	Descripción de actividades	Tiempo en min. Proceso de toma de decisiones actual	Tiempo en min. Proceso de toma de decisiones en base al sistema de control de gestión energética
2	Supervisor	Recopilación de información en campo	10	
2	Supervisor	Envía información recolectada a practicantes de turno	5	
2	Supervisor	Ingresa a la plataforma Mentor Monitor para descargar informes generados		3
2	Practicantes	Transcripción y procesamiento de datos en hojas de calculo	180	
2	Supervisor	Identificación de puntos críticos	20	10
2	Supervisor	Elaboración y análisis de informe	30	30
2	Supervisor	Envía informe a jefe de área para solicitar aprobación	5	5
2	Jefe de área	Jefe de área aprueba ajustes en planes	10	
2	Planner	Planner envía los cambios al jefe planta	5	5
1	Jefe de planta	Jefe de planta autoriza para efectuar estos cambios en campo	5	5
Tiempo operativo			270	58

Fuente: Elaboración propia, basado en caminatas en planta

Como se observa en la Tabla 29, se puede concluir que el ahorro en minutos diarios fue de 212, por lo tanto, el ahorro anual es de 66144 minutos. Así mismo

el ahorro porcentual fue del 79% del tiempo. Lo que nos da tiempos extra para realizar actividades que agreguen valor a la empresa.

Tabla 30. Ahorro anual por cargo ocupado en ISM Arequipa

	Mantenimiento	Operaciones	Ahorro diario en soles	Ahorro anual en soles
Supervisor	25	25	2.5	780
Practicantes	180	180	8.4	2620.8
Planner	0	0	0	0
Jefe de área	10	10	1.8	561.6
Total	215	215	12.7	3962.4

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de investigación

En la Tabla 30, se estimó el ahorro anual por cada cargo ocupado por los distintos involucrados en el proceso de toma de decisiones para realizar ajustes y mejorar el desempeño energético; dicho ahorro es de 3962.4 por año

5.2. Evaluación económica

5.2.1. Cálculo del beneficio obtenido

En este apartado se evaluó el consumo de energía eléctrica de toda la planta de Industria San Miguel de Arequipa con el fin de determinar el beneficio alcanzado mediante la implementación del sistema de control de gestión energética integrado a la mejora continua.

5.2.2. Beneficio total alcanzado en términos de consumo de energía eléctrica en kWh y monetario (Soles).

Para obtener el beneficio total se sumó el consumo de energía eléctrica en kWh hora punta y hora fuera de punta de cada mes. Es importante precisar que el

ahorro fue el resultado de la diferencia entre el consumo promedio del 2016 y el consumo real del 2017.

El ahorro en términos monetarios (Soles) resultó del producto de la multiplicación del ahorro en kWh con el precio promedio unitario (S./kWh)

Tabla 31.

Tabla 31. Ahorro total de consumo de energía eléctrica en kWh y en soles

Meses	Ahorro en kWh	Precio promedio (S/. /kWh)	Ahorro en soles
mayo	33,177	S/. 0.185	S/. 6,137.78
junio	64,875	S/. 0.185	S/. 12,001.78
julio	82,363	S/. 0.185	S/. 15,237.18
agosto	66,599	S/. 0.185	S/. 12,320.81
septiembre	66,425	S/. 0.185	S/. 12,288.67
octubre	50,339	S/. 0.185	S/. 9,312.79
noviembre	37,923	S/. 0.185	S/. 7,015.68
diciembre	72,099	S/. 0.185	S/. 13,338.38
Total			S/. 87,653.07

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de investigación

5.2.3. Calculo de costos

Inversión tangible.

En la Tabla 32.A y 32.B se detalla el costo de los 32 artículos utilizados para la implementación del proyecto que gestiona la energía del presente caso y que alcanza un total de **S/. 40,725.66**.

Tabla 32.A. Costos tangibles para puesta en marcha del proyecto

Ítem	Descripción	P. Total
1	Controladores Lógicos Modicon	S/. 2,260.00
2	Pantalla Táctil Avanzada 680x400 píxeles, QVGA, 5.7" TFT	S/. 2,466.94
3	Pasarela Ethernet Web Server	S/. 2,422.80
4	Módulo TM3 de 16 Entradas Digitales	S/. 424.80
5	Módulo M241/M251 Switch 4 Puertos Ethernet	S/. 396.00
6	Pantalla HMI Simple 65K colores, 320x240 píxeles, 5.7"	S/. 7,447.10
7	Ewon Flexy	S/. 3,585.40
8	Foto Sensor Retro Reflectivo NPN, Cable 2M + Reflector	S/. 881.36
9	Sensores Fotoeléctrico Difuso – Banner	S/. 1,400.00
10	Fuentes Conmut. Modular 3.0A 24VDC 72W, 2.5A 24VDC 60W, 1.2A 24VDC 30W	S/. 1,030.00
11	Fuentes de Alimentación LOGO 15W	S/. 485.10
12	Interruptores Termomagnéticos	S/. 550.00
13	Routers Inalámbrico N 300Mbps	S/. 231.00
14	Switch de 8 puertos Ethernet - TP-LINK	S/. 40.00
15	Medidor de Energía Multifunción PM5110	S/. 1,576.08
16	Medidores de Energía Multifunción Circutor CVM-C10	S/. 1,040.64

Tabla 32.B. Costos tangibles para puesta en marcha del proyecto

Ítem	Descripción	P. Total
17	Transformadores de Corriente de núcleo cerrado 500/5 ^a	S/. 339.84
18	Transformadores de Corriente de núcleo cerrado 600/5 ^a	S/. 120.64
19	Transformadores de Corriente de núcleo partido 500/5 ^a	S/. 432.81
20	Borneras Universales 2.5mm ²	S/. 120.96
21	Borneras tipo tornillo 2 pisos Universal 2.5mm ²	S/. 100.80
22	Borneras tipo tornillo porta fusibles	S/. 199.58
23	Topes para borneras de 2.5 a 240mm ²	S/. 52.99
24	Placas terminales para bornera	S/. 18.00
25	Puentes de unión para 10 polos	S/. 90.43
26	Tableros murales de acero IP66	S/. 1,018.00
27	Placas de Montaje Metálica para Tablero	S/. 127.00
28	Tablero de PVC de 300x250x140mm – TIBOX	S/. 250.00
29	Cables UTP Cat. 6	S/. 676.00
30	Cables GPT 18 AWG	S/. 200.00
31	Cables de Instrumentación Apantallado de 3x18 AWG	S/. 3,000.00
32	Otros Materiales: Conectores, Cintas Aislantes, Cintillos, Numeradores, Canaletas, Riel DIN, Pernos, Soportes, etc.	S/. 1,600.00
	Subtotal	S/. 34,513.27
	I.G.V.	S/. 6,212.39
	Total I.G.V	S/. 40,725.66

Fuente: Documentación del Proyecto Sistema Integral de Gestión Energética Remota *Mentor Monitor*

Inversión intangible.

En la Tabla 33, se detalla el costo de los servicios requeridos para la implementación del proyecto que gestiona la energía del presente caso y que alcanza un total de **S/. 17,110.00**.

Tabla 33. Costos intangibles para puesta en marcha del proyecto

Servicios de instalación y puesta en marcha		
Ítem	Descripción	P. Total
1	Armado e Instalación de Tableros de Control PLC y HMI	S/. 3,000.00
2	Armado e Instalación de Medidores de Energía	S/. 1,800.00
3	Cableado de Cables de Comunicación	S/. 2,900.00
4	Cableado de Sensores	S/. 2,600.00
5	Programación y Puesta en Marcha de la Arquitectura Electrónica	S/. 1,200.00
6	Servidor web (almacenamiento base de datos y ejecución del software)	S/. 3,000.00
	Subtotal	S/. 14,500.00
	I.G.V.	S/. 2,610.00
	Total I.G.V.	S/. 17,110.00

Documentación del Proyecto Sistema Integral de Gestión Energética Remota *Mentor Monitor*

5.2. Índice beneficio-costo

Este índice sirve para comparar la relación existente entre los beneficios totales alcanzados y todos los costos generados para poder poner en marcha el software *Mentor Monitor*, que permite definir la viabilidad económica del proyecto.

$$IFC = \frac{\text{Beneficios logrados}}{\text{Costos totales}}$$

$$IFC = \frac{\text{Beneficios logrados}}{\text{Costos totales}} = \frac{87,653.07}{40,725.66 + 17,110.00}$$

$$IFC = 1.5156$$

Debido a que el índice Beneficio/Costo es mayor a la unidad, se puede aseverar que la viabilidad del proyecto es totalmente positiva para la optimización de la gestión de energía eléctrica en Industria San Miguel Arequipa.

Conclusiones

Primera:

Aplicando el sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua se pudo optimizar el consumo de energía eléctrica mediante un mejor sistema de toma de decisiones, logrando en el periodo de mayo a diciembre del 2017 un ahorro del 8.46 % en relación al mismo periodo del año 2016.

Segunda:

El sistema de gestión de la energía de Industria San Miguel Arequipa enfrenta desperdicios de consumo de energía eléctrica no controlados lo cual permitió formular una hipótesis para poder establecer las variables de investigación para el desarrollo de esta tesis (sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua).

Tercera:

La teoría relacionada con este estudio permitió dar a conocer las etapas del ciclo de mejora continua para poder integrar el sistema de control de gestión energética y con ello lograr el óptimo desarrollo de la investigación.

Cuarta:

La información obtenida de la empresa permitió conocer que la organización no cuenta con un óptimo sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua; además se identificó que los suministros 270120 y 221125 son los que mayor lectura de consumo eléctrico presentan.

Quinta:

Implementar el nuevo sistema de control de gestión energética permitió ahorrar considerablemente el consumo de energía eléctrica en 473800 kWh en la industria, a su vez se logró una reducción de 212 minutos por día en el proceso de toma de decisiones para mejorar el desempeño energético.

Sexta:

La optimización del tiempo en el proceso de toma de decisiones logró un ahorro del 79% de forma diaria. El análisis del beneficio costo de la implementación del sistema de control de gestión energética integrado en la mejora continua fue totalmente favorable para la empresa con un índice beneficio/costo de 1.5156.

Recomendaciones

Primera:

Es importante para las empresas realizar auditorías anuales para evaluar el nivel de cumplimiento de los objetivos energéticos y tomar acciones correctivas para prevalecer el nuevo sistema de gestión. También es recomendable realizar reuniones mensuales del comité de energía para incentivar a la mejora continua.

Segunda:

El software *Mentor Monitor* puede tornarse más interactivo para el usuario si se añaden otras opciones en el menú como, por ejemplo; el software se cierra en un periodo de 10 minutos de inactividad del usuario, es recomendable ampliar ese tiempo para comodidad del usuario por lo menos 30 minutos. Es de importancia que en las variables de consulta de datos se establezca un orden como por ejemplo alfabéticamente.

Bibliografía

- Autonics (2013). Sensores fotoeléctricos. Recuperado de <http://dominion.com.mx/descargas/sensores-fotoelectricos.pdf>.
- Buenas prácticas para el ahorro de energía en la empresa (2013a). OptimaGrid. Recuperado de <http://www.optimagrid.eu>.
- Castellano (2001). El software – clasificación del software.
- Ciencia y tecnología (2011). Recuperado de <http://intrepido1.over-blog.es/article-que-funciones-tiene-medidor-energia-85924111.html>.
- Cieza y Vargas (2016). Propuesta de implementación de un programa de uso eficiente de la energía basado en la norma ISO 50001 para reducir costos energéticos de la empresa Mannucci Diesel Cajamarca S.A.C en el 2016. Perú.
- Cobo (S.f.). El ABC de la automatización.
- Corominas, Heredia y Rementeria (2008). La gestión en las organizaciones. Eumed. Recuperado de <http://www.eumed.net>.
- Espinoza y Pérez (2016). Implementación de un sistema de gestión energética para el incremento de la producción y ahorro de energía en la Empresa Cultimarine SAC-Samanco.
- Franson y Hirsheimer (2001). Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Cuarta edición. España.
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (2009a). Ciclo de mejora continua – ciclo de Deming.

Laire (2013). Guía de implementación de Sistema de Gestión de la Energía basada en ISO 50001. Tercera edición.

Manual de Schneider Electric (S.f.).

<http://www.cloudmediamx.com/APCCCA/26SEP14/pdf/egx300.pdf>

Osinerg (2001). Norma “Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final”.

Pérez y Gardey (2015). Protocolos de comunicación.

Pérez y Merino. Publicado: 2008. Actualizado 2012. Definición de: Energía. Recuperado de (<https://definicion.de/energia/>)

Programa Spinup de creación de empresas. (S. f.). El software libre y la gestión de la Energía. Recuperado de <https://spinup.unizar.es/el-software-libre-y-la-gestion-de-la-energia>

Salgado y Nájjar (2015). Propuesta de mejora en la gestión energética en una empresa del sector alimentos.

SIDE (S.f.) <http://www.side-automatizacion.com/es/marques/ewon>.

Sinche y Urbina (2013). Diseño y propuesta de un plan de gestión para mejora de la eficiencia energética eléctrica en la empresa avícola Yugoslavia S.A.C.

Torres (2016). Mejora del consumo energético y la eficiencia en las plantas concentradoras de ácidos de la empresa Exsa S.A.

Villafañe, Rossi y otros (2005). El controlador lógico programable PLC.

Anexos

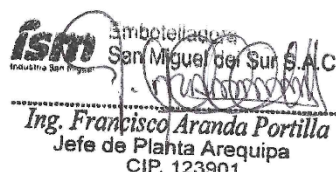
AUTORIZACIÓN

El que suscribe Jefe de Planta de la Empresa Industrias San Miguel de Arequipa autoriza a la Srta. María Jimena Moreno Arévalo al uso de la siguiente información para ser usados en su tesis universitaria:

- Visión y misión de la empresa.
- Proceso productivo de las líneas
- Especificaciones técnicas de las máquinas.
- Producción en litros por mes de 2016 y 2017.
- Energía activa en hora punta por mes de 2016 y 2017.
- Energía activa en hora fuera de punta por mes de 2016 y 2017.
- Demanda máxima en hora punta por mes de 2016 y 2017.
- Demanda máxima en hora fuera de punta por mes de 2016 y 2017.
- Costos unitarios de energía por mes de 2016 y 2017.

Se expide la presente a solicitud de la interesada y para los fines señalados.






Arequipa, 24 de abril del 2018



Embottelladora
San Miguel del Sur S.A.C.
Ing. Francisco Aranda Portilla
Jefe de Planta Arequipa
CIP. 123901

Anexo 1. Autorización de uso de información de Industria San Miguel Arequipa

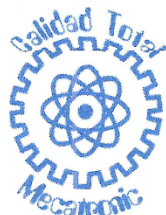
Fuente: Documento de autorización proporcionado por Industria San Miguel Arequipa

   		Nro. Partida Registral: 01168- 2017 Asiento: 01 Fecha Presentación: 2017-06-20 Fecha de Inscripción: 2017-08-23 No. de Expediente: 001640-2017	
DIRECCIÓN DE DERECHO DE AUTOR CERTIFICADO DE REGISTRO DE PROGRAMAS DE ORDENADOR (SOFTWARE)			
DATOS DE LA OBRA			
Título: MENTOR MONITOR			
INEDITA			
Tipo de Obra: ORIGINARIA,			
Pais de Origen: PERU			
DATOS DEL AUTOR O AUTORES			
Apellidos y Nombres: ALATRISTA CORRALES, ARTURO		Doc. de Identidad: 40566116	Pais de Nacimiento: PERU
Domicilio: CALLE JOSE SANTOS CHOCANO N° 249 - UMACOLLO, AREQUIPA, AREQUIPA. AREQUIPA		Fecha de Nacimiento: 1980-01-22	
Apellidos y Nombres: VILCA BEGAZO, CECILIO		Doc. de Identidad: 29497719	Pais de Nacimiento: PERU
Domicilio: AV. PARIS N° 103, INT. A, JACOBO HUNTER, AREQUIPA. AREQUIPA		Fecha de Nacimiento: 1960-06-03	
DATOS DEL PRODUCTOR			
Apellidos y Nombres: CALIDAD TOTAL MECATRONIC E.I.R.L.			
Domicilio: AV. PARIS N° 103 INT. A, JACOBO HUNTER, AREQUIPA. AREQUIPA			
DATOS DEL TITULAR O TITULARES			
Apellidos y Nombres: CALIDAD TOTAL MECATRONIC E.I.R.L.		Doc. de Identidad: 20498484396	Pais de Nacimiento: PERU
Domicilio: AV. PARIS N° 103 INT. A, JACOBO HUNTER, AREQUIPA. AREQUIPA			
OBSERVACIONES: NINGUNA.			
 DANIEL LAZO BARRETO Dirección de Derecho de Autor INDECOPI		 FAUSTO VIENRICH ENRIQUEZ Director de Derecho de Autor INDECOPI	
El derecho de autor protege exclusivamente la forma original y creativa, mediante la cual las ideas del autor son descritas, explicadas, ilustradas o incorporadas a las obras. No son objeto de protección las ideas contenidas en las obras literarias y artísticas, o el contenido ideológico o técnico de las obras científicas, ni su aprovechamiento industrial o comercial (artículos 8° y 9° del Decreto Legislativo Nro. 822.)			

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
 Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú / Telf: 224 7800
 e-mail: consultas@indecopi.gob.pe / Web: www.indecopi.gob.pe

Anexo 2. Certificado de registro del software Mentor Monitor - Derechos de autor

Fuente: Certificado de propiedad y derechos del software, proporcionado por propietario de MENTOR MONITOR



Calidad Total Mecatronica E.I.R.L.

INSTALACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES, TABLEROS DE CONTROL, MANTENIMIENTO DE MOTORES, TRANSFORMADORES, GRUPOS ELECTRÓGENOS, SUB ESTACIONES, HIDRAULICA Y NEUMÁTICA.

AUTORIZACION

El que suscribe don Cecilio Vilca Begazo Gerente general de la empresa CALIDAD TOTAL MECATRONIC E.I.R .L. autoriza a la Srta. María Jimena Moreno Arévalo para el uso de forma demostrativa del software “Mentor Monitor” de mi propiedad de la siguiente información:

- Producción en litros por mes 2017
- Energía activa en hora punta por mes del 2017
- Energía activa en hora fuera de punta por mes del 2017
- Demanda máxima en hora punta y fuera de punta por mes del 2017
- Factor de calificación
- Presupuesto aproximado del proyecto

Arequipa, 24 de abril del 2018

Calidad Total Mecatronic EIRL

Cecilio Vilca Begazo
GERENTE

Anexo 3. Autorización de uso de información del software Mentor Monitor

Fuente: Documento de autorización proporcionado por Calidad Total Mecatronic



CONSORCIO EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL PERU S.A.C.
Dirección fiscal: Calle José Santos Chocano N° 249 Umacollo- Arequipa
Oficina Lima: Lima: Calle Elías Aguirre N°180 Miraflores
RUC: 20539678176 Teléfonos: 0051 54 274912 / 00 51 958954749

CONSTANCIA

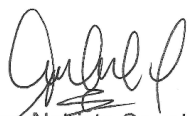
El que suscribe, en representación de CONSORCIO EFICIENCIA ENERGETICA DEL PERU - CEEP S.A.C, con RUC N° 20539678176

DA CONSTANCIA

Que, **MARIA JIMENA MORENO AREVALO**, identificado con D.N.I. N° **72775193**, labora actualmente en esta empresa, desde febrero del 2016.

Dejo constancia que, durante enero 2017 hasta diciembre 2017, la Srta. Moreno trabajó en el proyecto especial: "Desarrollo de la plataforma de software de gestión energética SIGER-Mentor Monitor" cumpliendo sus labores con excepcional responsabilidad, habilidad y profesionalismo.

Arequipa, 25 de abril del 2018



Arturo Alatrística Corrales

Gerente General CEEP SAC

DNI N° 40566116

Consortio Eficiencia Energética del Perú

www.eficienciaenergetica.com.pe

Anexo 4. Constancia de participación en el desarrollo de la plataforma de software de gestión energética *Mentor Monitor*

Fuente: Constancia de participación en el proyecto, proporcionado por Consorcio de Eficiencia Energética del Perú