



**REPÚBLICA DEL ECUADOR**  
**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO**  
**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL**  
**TÍTULO DE:**

**MAGÍSTER EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES**  
**INDUSTRIALES**

**TÍTULO DEL PROYECTO:**

**MEJORA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA**  
**DISMINUIR LOS COSTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA**  
**EN LABORATORIO QUÍMICO FARMACÉUTICO ACROMAX**

**TUTOR**

**DR. SOLIS GRANDA LUIS EDUARDO, PhD**

**AUTOR**

**ING. MUÑIZ CASTAÑEDA ALFREDO MARIO**

**MILAGRO, DICIEMBRE DEL 2022**



# UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

## VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Milagro, a los 18 días del mes de julio 2022

### ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor de Proyecto de Investigación, nombrado por el Comité Académico del Programa de Maestría en Administración Pública de la Universidad Estatal de Milagro.

### CERTIFICO

Que he analizado el Proyecto de Investigación con el tema **MEJORA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA DISMINUIR LOS COSTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LABORATORIO QUÍMICO FARMACÉUTICO ACROMAX** elaborado por el Ing. **MUÑIZ CASTAÑEDA ALFREDO MARIO**, el mismo que reúne las condiciones y requisitos previos para ser defendido ante el tribunal examinador, para optar por el título de **MAGÍSTER EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES**.



Firmado electrónicamente por:  
**LUIS EDUARDO  
SOLIS GRANDA**

---

**Ing. Luis Eduardo Solis Granda, MAE**  
C.I: 0917032245



**REPÚBLICA DEL ECUADOR**  
**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO**  
**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**DECLARACIÓN AUTORÍA DE LA INVESTIGACION**

El autor de esta investigación declara ante el Comité Académico del Programa de Maestría en Producción y Operaciones Industriales de la Universidad Estatal de Milagro, que el trabajo presentado es de mi propia autoría, no contiene material escrito por otra persona, salvo el que esta referenciado debidamente en el texto; parte del presente documento o en su totalidad no ha sido aceptado para el otorgamiento de cualquier otro Título de una institución nacional o extranjera.

Milagro, a los 14 días del mes de diciembre de 2022.



Firmado electrónicamente por:  
**ALFREDO MARIO**  
**MUNIZ CASTANEDA**

---

Ing. Muñiz Castañeda Alfredo Mario

C.I: 0917853814

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**  
**CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA**

El TRIBUNAL CALIFICADOR previo a la obtención del título de **MAGÍSTER EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES CON MENCIÓN EN MAGÍSTER EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES**, presentado por **ING MUÑIZ CASTAÑEDA ALFREDO MARIO**, otorga al presente proyecto de investigación denominado "MEJORA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA DISMINUIR LOS COSTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LABORATORIO QUÍMICO FARMACÉUTICO ACROMAX ", las siguientes calificaciones:

TRABAJO DE TITULACION	54.67
DEFENSA ORAL	36.00
PROMEDIO	90.67
EQUIVALENTE	<b>Muy Bueno</b>



Firmado electrónicamente por:  
**MANUEL ANDRES**  
**AVILES NOLES**

---

**M.P. AVILES NOLES MANUEL ANDRES**  
**PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:  
**MAYRA JOSE D**  
**ARMAS REGNAULT**

---

**Ph.D. D ARMAS REGNAULT MAYRA JOSE**  
**VOCAL**



Firmado electrónicamente por:  
**ALBERTO ANDRES**  
**LEON BATALLAS**

---

**Mg LEON BATALLAS ALBERTO ANDRES**  
**SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL**

## **DEDICATORIA**

A Dios, a mi familia y a todos los que formaron parte de esta travesía, sin ustedes la realización de este trabajo de investigación no hubiese sido posible, me enseñaron a ser perseverante y aprender que la vida está llena de obstáculos y metas, donde cada persona pelea diariamente una batalla campal, ahora sé que con esfuerzo todo es posible.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecido en primer lugar con Dios por regalarme la vida y sabiduría para seguir creciendo como profesional y como persona. Agradecido con el Ingeniero Henry Vera, Jefe del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento de Laboratorio Químico Farmacéutico Acromax por permitirme realizar este proyecto de investigación dentro de tan prestigiosa empresa. Agradecido con mis padres Ulises Muñiz, Esnelda Castañeda, mis hermanos y sobrinos, que siempre han estado apoyándome en cada paso de mi vida; el camino no fue fácil pero ahora es una meta cumplida, infinitamente, Gracias.



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO**  
**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**  
**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

**Doctor.**

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

**Rector de la Universidad Estatal de Milagro**

**Presente.**

Mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de derecho de Autor del trabajo realizado como requisito previo para la Obtención de mi Título de Cuarto Nivel, cuyo tema fue MEJORA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA DISMINUIR LOS COSTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LABORATORIO QUÍMICO FARMACÉUTICO ACROMAX y que corresponde al vicerrectorado de Investigación y Postgrado.

Milagro, a los 14 días del mes de diciembre del 2022



Firmado electrónicamente por:  
**ALFREDO MARIO**  
**MUNIZ CASTANEDA**

---

Ing. Muñiz Castañeda Alfredo Mario

C.I: 0917853814

## ÍNDICE GENERAL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR .....	ii
DECLARACIÓN AUTORAÍA DE LA INVESTIGACION.....	iii
CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	vii
ÍNDICE GENERAL .....	viii
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I .....	3
EL PROBLEMA.....	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.1.1 Problematización. ....	3
1.1.2 Delimitación del problema.....	4
1.1.3 Formulación del problema.....	4
1.1.4 Sistematización del problema.....	5
1.1.5 Determinación del tema. ....	5
1.2 OBJETIVOS.....	5
1.2.1 Objetivo General de la investigación. ....	5
1.2.2 Objetivos Específicos de la investigación.....	5
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	6
CAPÍTULO II .....	8
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 ANTECEDENTES .....	8

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	10
2.2.1 Energía.....	10
2.2.2 Eficiencia Energética. ....	10
2.2.3 Auditoría Energética.....	13
2.2.4 Medición Eléctrica.....	15
2.2.5 Procesos de producción. ....	16
2.3 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA .....	19
2.3.1 Antecedentes. ....	19
2.3.2 Ubicación.....	20
2.3.3 Organigrama funcional.....	21
2.3.4 Distribución de la planta de producción. ....	22
2.3.5 Sistema eléctrico. ....	24
2.3.6 Características técnicas de máquinas y equipos.....	25
CAPÍTULO III .....	29
MARCO METODOLÓGICO .....	29
3.1 ENFOQUE METODOLÓGICO .....	29
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	29
3.2.1 Modalidad de la investigación. ....	29
3.2.2 Tipos de investigación. ....	29
3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....	30
3.3.1 Método Lógico – deductivo. ....	30
3.3.2 Método de Observación.....	30
3.3.3 Método de Medición.....	30
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	31
3.5 INSTRUMENTOS .....	31
3.6 DETERMINACIÓN DE VARIABLES.....	34
3.7 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	36

CAPÍTULO IV .....	38
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	38
4.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA ENCUESTA .....	38
4.2 ANÁLISIS INFERENCIAL DE LA ENCUESTA.....	51
4.3 LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO DE LA EMPRESA ACROMAX.....	54
4.4 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DEL CONSUMO DE PORTADORES ENERGÉTICOS ASOCIADOS .....	54
4.5 LEVANTAMIENTO DEL DIAGRAMA UNIFILAR.....	55
4.6 Promedio de consumo de energía eléctrica en Planta Acromax .....	56
4.6.1 Consumo de energía de acuerdo a los horarios.....	58
4.6.2 Evaluación de los equipos con base al consumo de energía eléctrica.....	60
CONCLUSIONES .....	75
RECOMENDACIONES .....	76
BIBLIOGRAFÍA GENERAL.....	77
ANEXOS .....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Consumo de energía eléctrica del 2021.....	1
Tabla 2. Lista de equipos y maquinarias de ACROMAX.....	25
Tabla 3. Variable independiente: “Consumo de Energía Eléctrica”.....	34
Tabla 4. Variable dependiente: “Procesos de producción”.....	35
Tabla 5. Edad de los trabajadores. ....	38
Tabla 6. Sexo de los trabajadores.....	39
Tabla 7. Formación del encuestado.....	40
Tabla 8. Nivel de conocimiento en eficiencia energética.....	41
Tabla 9. Medios informativos sobre temas de eficiencia energética. ....	42
Tabla 10. Desarrollo de los temas de eficiencia energética. ....	43
Tabla 11. Instrucciones de operación y mantenimiento. ....	44
Tabla 12. Área que desarrolla los temas de eficiencia energética. ....	45
Tabla 13. Planificación energética en la empresa.....	46
Tabla 14. Sistema de Gestión de la energía. ....	47
Tabla 15. Calificación del proceso de producción.....	48
Tabla 16. Mejoras en los procesos de producción. ....	49
Tabla 17. Acciones de eficiencia energética. ....	50
Tabla 18. Resumen de procesamiento de casos por IBM SPSS. ....	52
Tabla 19. Validación de las dos variables. ....	52
Tabla 20. Pruebas de chi-cuadrado. ....	53
Tabla 21. Medidas simétricas.....	54
Tabla 22. Consumo de energía eléctrica planta Acromax 2021.....	57
Tabla 23. Consumo de energía de acuerdo al horario de facturación en (kWh). .....	58

Tabla 24. Consumo de energía de acuerdo al horario de facturación en (dólares).....	59
Tabla 25. Consumo de energía en un mes por área.....	61
Tabla 26. Consumo de energía en área de apoyo crítico. ....	62
Tabla 27. Consumo de energía frente al costo mensual.....	63
Tabla 28. Consumo de energía en área de Sólidos Orales. ....	64
Tabla 29. Costo mensual en producción de Sólidos Orales.....	65
Tabla 30. Consumo de energía área de producción inyectables. ....	66
Tabla 31. Costo mensual en producción Inyectables.....	67
Tabla 32. Consumo de energía área Producción Nita. ....	68
Tabla 33. Costo mensual en producción Nita.....	69
Tabla 34. Consumo de energía área producción líquidos.....	70
Tabla 35. Costo mensual en producción Líquidos. ....	71
Tabla 36. Consumo de energía área Producción Semisólidos. ....	72
Tabla 37. Costo mensual en producción Semisólidos.....	73
Tabla 38. Consumo de los cuatro chillers. ....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Índice de consumo de la empresa Productos Alimex CA, período 2009 al 2016. ....	9
Figura 2. Propuesta metodológica de una auditoría energética .....	14
Figura 3. Ubicación del Laboratorio Químico Farmacéutico Acromax .....	20
Figura 4. Organigrama de la empresa Acromax .....	21
Figura 5. Mapa de procesos de Laboratorio Químico Farmacéutico ACROMAX.....	23
Figura 6. Diagrama eléctrico unifilar de las áreas de producción y de apoyo... ..	24
Figura 7. Analizador de Red PAC3100 .....	32
Figura 8. Cámara Termográfica FLUKE Ti32.....	32
Figura 9. Pinza voltiamperimétrica digital FLUKE 376 .....	33
Figura 10. Medidor eléctrico digital PM2100.....	33
Figura 11. Modelo hipotetizado de las relaciones entre las variables de estudio. ....	36
Figura 12. Edad de los trabajadores. ....	38
Figura 13. Sexo de los trabajadores. ....	39
Figura 14. Formación del encuestado.....	40
Figura 15. Nivel de conocimiento en eficiencia energética .....	41
Figura 16. Medios informativos sobre temas de eficiencia energética. ....	42
Figura 17. Desarrollo de los temas de eficiencia energética.....	43
Figura 18. Instrucciones de operación y mantenimiento.....	44
Figura 19. Área que desarrolla los temas de eficiencia energética. ....	45
Figura 20. Planificación energética en la empresa.....	46
Figura 21. Sistema de Gestión de la energía.....	47

Figura 22. Calificación del proceso de producción.....	48
Figura 23. Mejoras en los procesos de producción.....	49
Figura 24. Acciones de eficiencia energética.....	50
Figura 25. Porcentajes de consumo de portadores energéticos. ....	55
Figura 26. Diagrama unifilar principal de Acromax.....	56
Figura 27. Consumo de energía eléctrica de planta Acromax 2021.....	57
Figura 28. Costo de la energía eléctrica por horarios de consumo. ....	59
Figura 29. Porcentaje de cada horario de consumo.....	60
Figura 30. Consumo de energía eléctrica por área. ....	61
Figura 31. Porcentaje del consumo de energía eléctrica .....	63
Figura 32. Consumo de energía eléctrica en Sólidos Orales. ....	66
Figura 33. Consumo de energía eléctrica en producción Inyectables.....	68
Figura 34. Consumo de energía eléctrica en Producción Nita. ....	69
Figura 35. Consumo de energía eléctrica en producción Líquidos. ....	71
Figura 36. Consumo de energía eléctrica en producción Semisólidos.....	73
Figura 37. Sistema HVAC de la planta Acromax.....	95
Figura 38. Nuevo chiller en el Sistema HVAC.....	96

## RESUMEN

Esta investigación se realizó en el laboratorio farmacéutico Acromax en el área de producción de la empresa para plantear mejoras que reduzcan el consumo de energía eléctrica conociendo que tienen un alto consumo y buscando aplicar de manera más eficiente el plan de ahorro energético que ha sido promovido para reducir los impactos ambientales que causa la generación de energía, como objetivos se tiene: realizar un análisis del consumo de energía eléctrica, determinar las áreas, procesos y equipos que originan el alto consumo de energía eléctrica y por último elaborar un plan de mejoras con base en los resultados que reduzca el consumo de energía eléctrica, para el cumplimiento de los objetivos se trabajó con los siguientes métodos: lógico-deductivo, observación y medición, realizando un seguimiento a los tres tableros de distribución principal bajo las normativas correspondientes, analizando los siguientes puntos: estudio de carga y levantamiento del diagrama unifilar, levantamiento de información de voltajes y corrientes, levantamiento de cargas, medición puesta a tierra, análisis técnico de las mediciones de las variables eléctricas, y un análisis de la curva de la demanda diaria, obteniendo como resultado que los procesos de producción se encuentran funcionando con normalidad, sin embargo se pudo notar un alto consumo de energía eléctrica en el funcionamiento de los chillers que operan las 24 horas del día, por tanto se propone la adquisición de un nuevo chiller que este fabricado bajo los parámetros de ahorro energético con un rendimiento óptimo y de calidad, además de promover la concienciación de ahorro energético hacia el personal que labora en la empresa Acromax.

**Palabras claves:** laboratorio farmacéutico, producción, energía eléctrica.

## ABSTRACT

This research was carried out in the Acromax pharmaceutical laboratory in the company's production area to propose improvements that reduce the consumption of electrical energy, knowing that they have a high consumption and seeking to apply in a more efficient way the energy saving plan that has been promoted for reduce the environmental impacts caused by the generation of energy, as objectives are: to carry out an analysis of the consumption of electrical energy, determine the areas, processes and equipment that originate the high consumption of electrical energy and finally develop an improvement plan based on in the results that reduce the consumption of electrical energy, for the fulfillment of the objectives we worked with the following methods: logical-deductive, observation and measurement, monitoring the three main distribution boards under the corresponding regulations, analyzing the following points: study of load and lifting of the one-line diagram, lifting of voltage and current information, lifting of loads, grounding measurement, technical analysis of the measurements of the electrical variables, and an analysis of the daily demand curve, obtaining as a result that the production processes are operating normally However, it was possible to notice a high consumption of electrical energy in the operation of the chillers that operate 24 hours a day, therefore the acquisition of a new chiller is proposed that is manufactured under the parameters of energy saving with optimal performance and of quality, in addition to promoting awareness of electricity savings with the staff that works at the Acromax company.

**Keywords:** pharmaceutical laboratory, production, electrical energy.

## INTRODUCCIÓN

El Laboratorio Químico Farmacéutico Acromax es una Empresa Ecuatoriana dedicada a la fabricación de productos farmacéuticos para consumo humano que ha tenido un crecimiento continuo durante los últimos años, sin embargo, actualmente ha presentado un consumo de energía eléctrica elevado, por tanto, surgió la necesidad de realizar un diagnóstico al sistema de energía eléctrica para determinar en qué estado se encuentra operando la producción y determinar si los niveles de consumo son los adecuados.

Mediante un reporte en la tabla 1 de las facturas por consumo de energía eléctrica que pago la empresa Acromax durante el año 2021, se puede apreciar un alto consumo de energía, aunque se observan dos meses de bajo consumo enero y diciembre por ser inicio y fin de año, donde la empresa tiene baja producción por festividades; no obstante, en los otros meses el consumo refleja valores muy similares, siendo consumos elevados para la empresa, mismos que fueron objeto de estudio para esta investigación.

*Tabla 1.* Consumo de energía eléctrica del 2021.

Año	Mes	Consumo de energía eléctrica activa (kWh)	Total a pagar (dólares)
2021	Enero	189000	13984,41
	Febrero	324100	23583,79
	Marzo	371000	27511,95
	Abril	358400	26478,86
	Mayo	353500	25769,4
	Junio	331800	24309,59
	Julio	325500	24279,8
	Agosto	348600	24871,63
	Septiembre	363300	26575,3
	Octubre	354900	25646,59
	Noviembre	308000	22176,63
	Diciembre	176400	13663,78

Fuente: Elaboración propia

Este trabajo es enfocado en mejorar los procesos de producción para reducir el consumo de la energía eléctrica del Laboratorio Químico Farmacéutico Acromax, mediante un plan de eficiencia, racionalización y reducción del consumo de la energía eléctrica luego de haber realizado un análisis del sistema eléctrico.

Cabe indicar que en la actualidad a nivel mundial existen diversidad de investigaciones para aplicar ahorro energético en las diferentes actividades que desarrolla el ser humano, estos temas que se logró conocer realizando una investigación documental sobre el trabajo, están relacionados con: ahorro de energía en residencias, cambio de equipos en procesos de producción, optimización de procesos, generación de nuevas fuentes de energía eléctrica, cambio de motores de inyección por motores eléctricos en automóviles, entre otros.

Sin embargo este tema se desarrolló en una de las principales industrias farmacéuticas que tiene el Ecuador, misma que posee licencias de fabricación para varios países que le permite exportar productos; para que siga con el crecimiento en el mercado se plantean mejoras en la producción de la empresa Acromax que traen consigo beneficios económicos en la empresa, aparte de realizar un aporte a la sociedad y el medio ambiente buscando precautelar los recursos naturales que se vienen utilizando; así mismo en una investigación Quiñonez et al. (2021) indica que en Ecuador se están buscando diversas alternativas que se puedan implementar con relación a las energías alternativas para poder disminuir el consumo de combustibles fósiles.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1.1 Problematicación.

Como indica Velasco (2009), durante todo el siglo XX hubo un aumento continuo del gasto energético, por lo tanto, el uso en cualquiera de sus formas por el hombre ha elevado su consumo, lo que permite deducir desde una perspectiva empresarial la falta de eficacia y el desorden administrativo que tienen las empresas, debido a que no existe un control adecuado y programas de gestión del consumo de energía eléctrica y eficiencia energética.

Se pudo investigar en varias fuentes como (Cleves et al., 2015) que el control de las pérdidas de gestión de consumo y eficiencia de energía debe ser una preocupación permanente de todos los departamentos de una organización ya que una gestión eficiente de recursos debe ser un tema que incluya a toda la empresa y no recaer en la responsabilidad de un solo departamento.

Además, Becerra (2019) indica que las políticas públicas para los procesos de producción siempre buscan la mejora frente a los impactos negativos que se generan en el medio ambiente de tal manera que se debe promover el uso racional y eficiente de la energía eléctrica.

Por otra parte, en un artículo realizado por Beltrán (2017) señala que existe un incremento en el precio de los combustibles fósiles además de los problemas de contaminación derivados de su quema, mismo que sugiere aprovechar las energías renovables para producir energía eléctrica buscando minimizar los efectos en el cambio climático.

Con base en los fundamentos ya mencionados se plantea como tema de investigación “Mejora de los procesos de producción para disminuir los costos de energía eléctrica en laboratorio químico farmacéutico Acromax”; siendo colaborador de la empresa se conoce que posee un consumo alto de energía

eléctrica, por lo tanto, surge la necesidad de realizar un análisis de consumo de energía eléctrica para determinar cuáles son los factores que inciden en la alta demanda de consumo eléctrico.

La planta de producción se encuentra alimentada por una serie de transformadores que energiza a los tableros de distribución, los cuales alimentan a las diferentes áreas, como: sólidos, inyectables, oficinas administrativas entre otras y máquinas como son: thai coater, autoclaves, unidades manejadoras de aire acondicionado, chiller, tableteadoras, toris, bombas, mezcladoras, blisteras, entre otras.

Mediante el análisis de consumo eléctrico se pretende conocer cuáles son los factores que inciden para su excesivo consumo de energía. Para el análisis del ahorro a producir, es conveniente poner en práctica ciertas premisas básicas recordando que el objetivo de este trabajo no es dejar de emplear los equipos eléctricos sino utilizarlos eficientemente y el primer aspecto a considerar es la determinación de la energía.

Para realizar un plan de racionalización y reducción de consumo de energía eléctrica debemos considerar algunos aspectos, como: procesos de fabricación de medicamentos, horarios y tiempos de los procesos de fabricación de medicamentos, problemas en el arranque de máquinas, desfases de energía; teniendo en cuenta que las cargas afectan directamente en caídas de voltaje, factor de potencia y sobrecalentamiento en los conductores, obteniendo así pérdidas de energía y pérdidas económicas.

### **1.1.2 Delimitación del problema.**

La investigación se realizará en el Laboratorio Químico Farmacéutico Acromax que se encuentra ubicado en la provincia del Guayas, en el sector norte de la ciudad de Guayaquil en la parroquia Tarqui Km 8 ½ vía a Daule al lado de la Pepsi Cola.

### **1.1.3 Formulación del problema.**

¿Un plan de mejora en los procesos de producción disminuirían los costos de energía eléctrica en el Laboratorio Químico Farmacéutico Acromax?

#### **1.1.4 Sistematización del problema.**

¿Cómo la falta de un análisis del consumo de energía eléctrica incide en la mejora de los procesos de producción?

¿De qué manera el consumo de energía eléctrica de las áreas y los equipos contribuyen en la mejora de los procesos de producción?

¿Cómo la falta de un plan de racionalización y reducción de consumo energía eléctrica está influyendo en los procesos de producción de medicamentos?

#### **1.1.5 Determinación del tema.**

Mejora de los procesos de producción para disminuir los costos de energía eléctrica en Laboratorio Químico Farmacéutico Acromax.

### **1.2 OBJETIVOS**

#### **1.2.1 Objetivo General de la investigación.**

- Diseñar un plan de mejora de los procesos de producción para disminuir los costos de energía eléctrica en Laboratorio Químico Farmacéutico Acromax.

#### **1.2.2 Objetivos Específicos de la investigación.**

- Realizar un análisis de consumo de energía eléctrica en el Laboratorio Químico Farmacéutico Acromax.
- Determinar cuáles son las áreas, procesos y equipos que originan el alto consumo de energía eléctrica.
- Elaborar un plan de mejoras con base en los resultados obtenidos del análisis, que permitan el uso racional y reduzca el consumo de energía eléctrica en el Laboratorio Químico Farmacéutico Acromax.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

La energía es el “combustible” de la economía, de su racionalización depende el progreso y bienestar en un futuro (Castells, 2012), ya que la sociedad desarrolla la continua transformación de productos naturales, materias primas y sus derivados, ocupando grandes cantidades de energía para sostener una mejor calidad de vida, la industria y el transporte.

Asimismo, López (2018) señala que la electricidad es de vital importancia para la consecución de un mercado liberalizado lo que permite el desarrollo económico y social, la industria, los medios de comunicación, el alfabetismo y el acceso al agua potable.

“Sin embargo, las industrias del sector eléctrico han generado consecuencias ambientales y socioeconómicas en cada una de las actividades de la cadena eléctrica, tomando en cuenta las actividades de generación, transmisión y distribución” (Rodríguez, 2005, p. 30); por tanto el proceso de generación de la energía eléctrica debe examinarse cuidadosamente, realizando un estudio serio sobre las fuentes energéticas, un manejo más claro de los residuos que genera y alternativas viables que permitan minimizar el impacto que algunas fuentes energéticas producen sobre el medio ambiente.

Entre los efectos que causa el uso indiscriminado de los combustibles fósiles, están los siguientes: efectos sobre los humanos a causa de la polución del aire en la salud humana, efectos sobre los productos agrícolas, plantas, y árboles por la polución del aire y las precipitaciones ácidas que dañan cosechas, efectos sobre los ecosistemas acuáticos debido a los riesgos de derrames, fugas y pérdidas que se pueden generar en la transportación, efectos sobre edificios y estructuras por la exposición a contaminantes atmosféricos y lluvia ácida, efectos globales de los gases de invernadero, entre otros (Posso, 2000).

En la actualidad el problema de la energía y el ahorro energético es un punto muy importante que se debe tener en cuenta a nivel mundial ya que las fuentes de energía son finitas por tanto el buen uso se presenta como una necesidad para que en un futuro se pueda disfrutar de ellas, convirtiéndose

en una responsabilidad de todos los consumidores de energía (Pérez & Gassinskill, 2022).

Desde otra perspectiva Uribe et al. (2021) indica que “El consumo de energía afecta de distintas maneras a las empresas manufactureras, siendo su costo un factor fundamental en el precio de los productos por una parte y el otro elemento fundamental es la sostenibilidad desde el punto de vista de una producción “verde”” (p.38).

Con base en esta revisión literaria se fundamenta la importancia de este trabajo investigativo que tiene como objetivo general: Diseñar un plan de mejora de los procesos de producción para disminuir los costos de energía eléctrica en Laboratorio Químico Farmacéutico Acromax, conociendo que este tipo de trabajos no ha sido realizado dentro de la empresa, y la misma se encuentra en la necesidad de aplicar un plan de ahorro energético por el excesivo consumo que se realiza en el área de producción. Cabe indicar que se cuenta con la colaboración del jefe de Ingeniería de Mantenimiento quien ha brindado la información y apertura necesaria para el desarrollo del trabajo.

A través del ahorro energético se busca suministrar energía eléctrica a los equipos y dispositivos en condiciones adecuadas, existiendo continuidad sin que haya afectaciones a su desempeño o componentes (Cervantes et al., 2022). Además de aportar sostenibilidad del sistema y medio ambiente mediante la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, mejorar la gestión técnica de las instalaciones aumentando su rendimiento y evitando paradas de procesos o averías, y buscar reducción del coste económico de la energía eléctrica.

De igual manera se menciona el aporte socioeconómico por ser un tema de interés para los gobiernos e industrias, mismos que buscan mitigar el impacto ambiental, los costos altos de generación de energía eléctrica y el uso adecuado de la misma. Considerando que actualmente estamos muy cerca de alcanzar los límites termodinámicos de consumo de energía (Zarzo & Prats, 2018).

## **CAPÍTULO II**

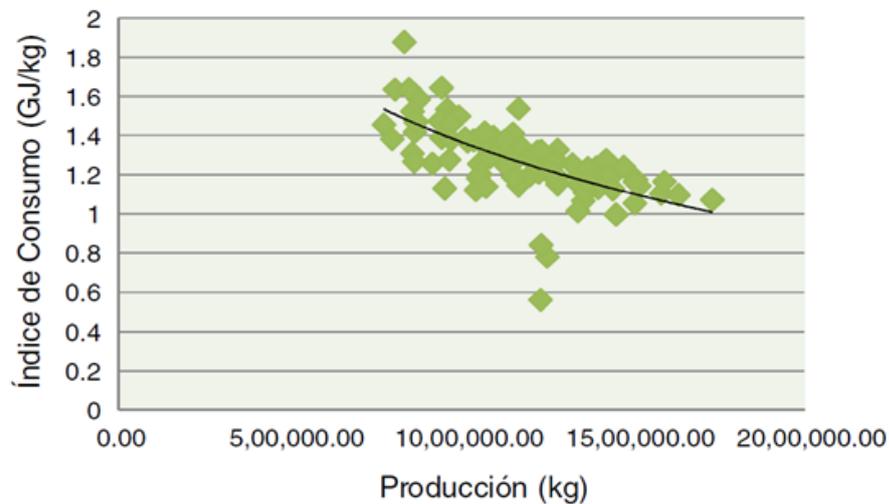
### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES**

Los trabajos de investigación y artículos que se mencionan a continuación hacen referencia a temas que se desarrollaron para la mejora de los procesos de producción en diferentes empresas, donde se plantean diferentes soluciones dependiendo de la problemática, pero con la misma finalidad de disminuir el consumo de energía eléctrica. La información recolectada de varias fuentes será considerada para el desarrollo del presente trabajo, encontrando:

En un trabajo de tesis que tiene por título: “Propuesta de auditoría energética para reducir el consumo de energía eléctrica, empresa Agribands Purina, Pimentel 2016”, realizado en una empresa que se dedica a la elaboración de balanceados obtuvo como conclusión que el exceso de consumo en energía eléctrica se debe a la falta de concientización del personal, la falta de mantenimiento en los equipos eléctricos y la falta de actualización en los equipos tecnológicos, planteando el autor soluciones factibles para la empresa (Delgado, 2016).

En un artículo sobre “Sistema de gestión energética y ambiental de Productos Alimex CA”, realizado en una planta de embutidos, donde se usa como indicadores para el consumo de sus calificadores energéticos el índice de consumo y la producción como se observa en la figura 1; concluyendo que la producción incrementa mientras el índice disminuye después de las medidas implantadas, lo que significa que el sistema es más eficiente (Vásquez et al., 2017).



*Figura 1.* Índice de consumo de la empresa Productos Alimex CA, período 2009 al 2016. Fuente: (Vásquez et al., 2017).

En otro trabajo de tesis con tema: “Estudio de la eficiencia energética para el mejoramiento del uso de la energía eléctrica en una empresa embotelladora industrial de agua de la región del Cusco”, obtuvo como oportunidades de mejora del Sistema Eléctrico las siguientes: cambios de lámparas en la iluminación, empleo de motores eficientes, cambio de opción tarifaria y mantenimiento de instalaciones eléctricas, calculando un período de recuperación de la inversión en 4 años (Bustamante & Salas, 2018).

Por otra parte, en un trabajo de maestría Proaño (2018), con el tema “Sistema Integrado de eficiencia energética para optimizar los procesos de producción en la industria Láctea”, señala que un sistema integrado mejora los costos de producción y resulta ser un proyecto factible ya que la inversión se recupera en corto plazo, cuando disminuyen los costos de los principales suministros, como: energía eléctrica, diésel y agua.

Así mismo en un artículo que tiene como tema: “Mejora de la eficiencia energética en el proceso productivo de una empresa de tableros contrachapados”, obtuvo como resultado un alto consumo eléctrico en el proceso de secado, combustión, desenrollo, triturado, descortezado y compresión de aire, representando un 80% de consumo eléctrico del proceso, planteando de manera concreta tres mejoras para el proceso de

secado de chapas y estimando el tiempo de retorno de la inversión en 1.3 años (Gutiérrez et al., 2019).

Como último fundamento se considera un tema de tesis: “Auditoría eléctrica en industria de productos alimenticios INPROLAC S.A.”, realizado por Gómez & Morales (2019), indica como conclusión que se mejore el uso de la energía eléctrica realizando un cambio de tecnología por uno más eficiente en el caso de luminarias y motores, además de la automatización en el caso de las bombas de agua y un cambio de compresor con variador de velocidad.

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.2.1 Energía.**

Desde un punto de vista tradicional el concepto físico de energía se ha considerado en el contexto de la transformación o conservación, por lo tanto, agrupado a una concepción más amplia del espacio donde existen interacciones para un determinado sistema, los procesos de transformación deben plantear su concepto de energía (de Almeida & Henrique, 2004).

### **Energía eléctrica o Electricidad**

Es una forma predominante de energía debido a su flexibilidad y fácil distribución, la demanda en todo el mundo está creciendo impulsada principalmente por: los consumidores de equipos y aparatos electrónicos, la actividad industrial asociada y el mayor acceso de las poblaciones al desarrollo mundial (Enríquez, 2009).

### **2.2.2 Eficiencia Energética.**

Agrupación de acciones que se efectúan en el lado de la oferta como de la demanda, sin perjudicar la producción, garantizando optimizar la seguridad del suministro. Permite además ahorrar el consumo de energía y la economía de la población en general ya que reduce emisiones de gases de efecto invernadero y mejora las finanzas de las empresas energéticas (Poveda, 2007).

#### *2.2.2.1 Aplicación de la Eficiencia Energética.*

Realizar una inversión en eficiencia energética tiene beneficios económicos como ambientales, por tanto existe interés por parte de las empresas y gobiernos, sin embargo, existe poca información sobre sus beneficios reales y las herramientas adecuadas para evaluar este tipo de riesgo, considerando el análisis de ingeniería y el análisis económico, ya que el primero determina los potenciales de ahorros y las inversiones necesarias para lograrlos, mientras el segundo analiza varias opciones de inversión y se elige la que representa la mejor relación retorno-riesgo (Aragón et al., 2012).

Miranda (2020) señala que Ecuador tiene un Plan Nacional de Eficiencia Energética, sin embargo, existe la necesidad de fortalecer e invertir en la divulgación de estos planes para que haya mejoras en las políticas energéticas y su aplicación.

#### *2.2.2.2 Beneficios de la Eficiencia Energética.*

Para Biau et al. (2012), los beneficios de la eficiencia energética quedan resumidos en lo siguiente:

- Contribución a la seguridad energética y alivio de precios.
- Optimizar la competitividad de la economía.
- Actualización con nuevas tecnologías.
- Fomento de nuevos empleos.
- Disminución de las facturas de energía del consumidor final y de los subsidios del gobierno a la energía.
- Disminución de los costos de generación mediante la reducción de la carga pico y la inversión diferida en generación de energía.
- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

#### *2.2.2.3 Políticas de Eficiencia Energética.*

Camarda (2020) considera seis dimensiones para la gobernanza de la eficiencia energética, mismas que pueden variar dependiendo de la complejidad y el carácter dinámico de los mercados energéticos.

### **Dimensión Política**

Una política de estado debe contemplar el rol en la provisión de bienes públicos energéticos, las medidas de adaptación y mitigación que deben adoptar frente al calentamiento global y que predominio tendrá los Programas de Eficiencia Energética o Energías Renovables en las políticas de gobierno.

### **Dimensión Social**

En un sistema de gobierno participativo debería mejorar indicadores de bienestar e inclusión social, de tal manera que se reduzca la pobreza energética mediante el acceso universal de la energía, incluyendo zonas urbanas, comunidades rurales y sectores de bajos ingresos.

### **Dimensión Ambiental**

Es un punto muy importante que incluye políticas de eficiencia energética y energía renovables además de otras medidas como: la gestión eficiente de bosques, recursos hídricos, el uso del suelo, la biodiversidad, etc.

### **Dimensión Institucional**

Se debe contar con un conjunto de reglas que señalen los márgenes de actuación del poder económico, los niveles de precios y valores socialmente adecuados, el grado de calidad de los bienes y servicios, los parámetros de ahorro energético, etc.

### **Dimensión Tecnológica**

Debe aportar para el alcance de metas crecientes de ahorro energético y a la disminución de gases de efecto invernadero, guiando a los usuarios o consumidores de la energía en la toma de decisiones correctas y adecuadas para los diferentes usos y aplicaciones energéticas y tecnológicas.

### **Dimensión Económica**

El desarrollo de los mercados internos e internacionales de la eficiencia energética y las energías renovables logra que los mercados tengan precios de equilibrio siendo accesibles y competitivos, en especial para las pequeñas y medianas empresas, microemprendimientos y el sector residencial.

#### *2.2.2.4 Sistema de Gestión de Eficiencia Energética.*

En el año 2007 la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), solicitó a la ISO elaborar un estándar internacional de la gestión de la energía, llevando a la publicación de la norma en junio del 2011, estimando una influencia del 60% en el uso de la energía en el mundo (Ladeuth et al., 2021). Actualmente la norma tiene una versión contando con una estructura de alto nivel, donde China sirve como un nuevo modelo basado en la ISO 50001:2018 a nivel mundial (Jin et al., 2021).

Un Sistema de Gestión de Eficiencia Energética se fundamenta en la norma 50001 ya que contiene pautas para las grandes industrias y para las PYMEs, permitiendo la implementación de un sistema de gestión que mejore su desempeño energético y llevar a cabo el uso racional de energía, de tal manera que la eficiencia energética reduce costos en energía dando la posibilidad que realicen otras inversiones para que puedan ser más competitivos (Zambrano & Real, 2021).

Así mismo Paredes (2018) dice que un diseño de gestión energética es de vital importancia, porque permite obtener la información correcta para identificar las actividades, equipos y áreas que tienen mayor cantidad de consumo de energía.

#### **2.2.3 Auditoría Energética.**

Una auditoría energética consiste en realizar un análisis referente a la energía en toda una instalación, con la finalidad que el uso sea eficiente y racional. Además, permite una evaluación técnica y económica para reducir el consumo de la energía sin afectar a terceros (Cardoso et al, 2019).

#### **Beneficios de la Auditoría Energética**

Para Pernía (2019) realizar una auditoría energética en una empresa industrial tiene grandes beneficios, como:

- Conocer de manera interna el consumo energético y analizar el funcionamiento de la empresa desde otra perspectiva ya que se puede

identificar qué área consume más energía, detectando un mal funcionamiento en los procesos, maquinarias y rendimiento.

- Promueve la innovación de tecnología en los equipos de la planta para tener mayor competitividad, con el ahorro que se generara en coste de producción.
- Inversión a corto plazo por los beneficios que se incrementan con las medidas propuestas.
- Le da un plus a la empresa porque muestra el interés de garantizar la calidad en el proceso de la planta con el buen funcionamiento y la innovación.
- Genera un valor ante la sociedad demostrando interés en el medio ambiente y el cambio climático.

### **Pasos para realizar una Auditoría Energética**

El artículo realizado por Bringas & Arballo (2013) plantea una metodología de manera general como se indica en la figura 2, mencionando que detrás de cada etapa hay un trasfondo más detallado sobre las actividades que se debe realizar para una auditoría energética



*Figura 2.* Propuesta metodológica de una auditoría energética.  
Fuente: (Bringas & Arballo, 2013).

#### **2.2.4 Medición Eléctrica.**

Según Matos et al. (2018) las mediciones de parámetros eléctricos en circuitos eléctricos simples o complejos, tanto de corriente alterna o directa, son importantes porque permiten conocer el régimen de operación de los mismos y alertar alguna desviación que pueda generar un daño en cualquier componente de estos circuitos.

##### **Corriente continua o directa (CC)**

“Es aquella corriente donde el flujo de electrones va hacia una misma dirección, es decir su sentido de circulación es siempre el mismo, independientemente de su valor absoluto” (Cargua et al., 2020, p.135); como ejemplo se tiene la corriente eléctrica generada por las baterías.

##### **Corriente alterna**

“Es el tipo de corriente eléctrica en la que los electrones cambian de dirección y magnitud de manera cíclica” (Cargua et al., 2020, p.135); como ejemplo están las casas y empresas.

##### **Precio de la energía eléctrica en el Ecuador**

Según Centeno et al. (2018) los precios han sufrido variaciones a causa de la importación de energía, costos marginales, contratos ocasionales y por la variación de precios de combustible que se emplean en el abastecimiento eléctrico. En la página de ARCONEL (Agencia de Regulación y Control de Electricidad) hasta el año 2021 el kWh para el hogar es 0.096 U.S. Dollar mientras para los negocios es 0.085 U.S. Dollar.

Sin embargo, Ojeda (2019) determino que las empresas más grandes pagan menos 9,21 USD/ kWh, mientras que las microempresas tienen un valor de 10,76 USD/kWh, existiendo una variación de 1,55 USD/kWh, concluyendo que existe una ventaja competitiva y se lo verifica con el análisis en los costos de producción, donde las grandes empresas tienen 0,79% y las microempresas 13,12%.

Además, Barragan & Llanes (2020) indican que, en el sector manufacturero del Ecuador, los tipos de energía más utilizados para los procesos productivos

están: el diésel oíl (38%), seguido por la energía eléctrica (31%) y el gas licuado (10%).

### **Fuentes de energía eléctrica en el Ecuador**

Según el Ministerio de Energía y Minas Ecuador refuerza la producción eléctrica con base en fuentes renovables, de tal manera que hoy en día “El 92% de la generación de energía en el país procede de centrales hidráulicas, el 7% de térmicas y el 1% de fuente no convencionales (fotovoltaica, eólica, biomasa, biogás, geotermia, entre otras)”. Realizando una producción que sea amigable con el ambiente, satisfaciendo la necesidad de la demanda nacional de electricidad, y la exportación de electrones países vecinos (Colombia y Perú).

#### **2.2.5 Procesos de producción.**

Quijada (2019) define como producción a los diferentes procesos, técnicas y estrategias, utilizados de manera sistemática, a través de los cuales una empresa puede obtener determinados bienes y servicios e incrementar su valor para satisfacer la demanda de sus clientes.

##### *2.2.5.1 Clasificación de procesos productivos.*

Para Nuño (2017) indica que los procesos productivos se planifican y diseñan en función del producto final que se vaya a ofertar determinando las actividades que se desarrollaran para dicho proceso, señalando 5 tipos de procesos productivos, como:

- 1.- Producción por proyectos: Trata de la fabricación de un producto exclusivo o solicitado que puede tener un gran coste.
- 2.- Producción por lotes: Se trata de fabricar una gran variedad de productos, pero en volumen pequeño, por lo general se da en etapas iniciales del ciclo de vida de productos.
- 3.- Producción artesanal: Es parecida a la producción por lotes, pero el tamaño del lote es algo menor a la anterior además esta producción debe adaptarse más a las exigencias del cliente.

4.- Producción en masa: Es un modelo de proceso productivo que este mecanizado y automatizado, el mismo utiliza máquinas, equipos y un gran número de trabajadores donde se fabrican diferentes productos uniformes y similares a bajo costo.

5.- Producción continua: Tiene parecido a la producción en masa no obstante aquí existe un mayor volumen de productos y existe una relación constante entre las diferentes etapas del proceso de transformación de los productos.

#### *2.2.5.2 Organización del sistema productivo.*

Dentro de los aspectos esenciales para la organización del sistema productivo se tienen cuatro principios básicos:

1.- Normalización: En este punto se trata de adaptar los materiales, productos y procesos a normas preestablecidas buscando cumplir con todas las exigencias donde la vigencia sea lo más universal posible.

2.- Racionalización: Consiste en buscar el diseño de productos, elección y organización de los procesos productivos, siguiendo un análisis ordenado y científico para cada uno de los aspectos que conforman los mismos.

3.- Simplificación: Se aplica en el diseño y variedades del producto, así como en las tareas que forman parte del proceso de producción, trabajando en conjunto con la racionalización.

4.- Especialización y descomposición en componentes del producto y tareas elementales del proceso productivo que sean sencillas, fáciles de implementar.

De tal manera que un sistema productivo será adecuado cuando la producción cumpla con todos los objetivos como: obtención del producto, cantidad y ritmo de producción, tiempo de proceso y costes minimizados (Cuatrecasas, 2012).

#### *2.2.5.3 Fases para la mejora de procesos productivos.*

Según Hernández et al. (2014) indica un procedimiento para mejora de los procesos productivos que consiste en cuatro fases: caracterización y

diagnóstico, análisis de los procesos, mejora de los procesos, por último, seguimiento y control:

- En la fase I (Caracterización y diagnóstico), se conforma el equipo de trabajo buscando las áreas clave para obtener resultados.
- En la fase II (Análisis de los procesos), se clasifican los procesos en operativos o clave, estratégico y de apoyo, para plasmarlo en un mapa de procesos para luego identificar los procesos más relevantes.
- En la fase III (Mejora de los procesos), en esta fase se indica el proceso objeto de estudio, se plantean las oportunidades de mejora previamente evaluadas en la fase anterior.
- En la fase IV (Seguimiento y control), se diseñan indicadores de evaluación que permita caracterizar los cambios y progresos ejecutados.

#### *2.2.5.4 Producción de farmacéuticos.*

Cevallos & Mejía (2020) señalan que a nivel mundial la industria farmacéutica continúa creciendo dominada por las grandes empresas de países industrializados como: Estados Unidos, Suiza, Alemania, Francia y Reino Unido, entre otros; concentrando un 50% de la totalidad de producción, investigación y comercialización de fármacos a nivel mundial. De tal manera que Ecuador tiene dependencia de las importaciones, tanto de medicamentos como de materia prima y material de empaque para los productos farmacéuticos.

Por otra parte, Canales (2019) dice que la planificación en la industria farmacéutica responde a las variaciones de la demanda de los clientes y de los procesos internos de la empresa.

## **2.3 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

Se elabora una breve descripción de la empresa, donde se va a desarrollar el trabajo de investigación para dar a conocer a los lectores información básica de la misma.

### **2.3.1 Antecedentes.**

El Laboratorio Químico Farmacéutico Acromax es una empresa dedicada a la fabricación, comercialización y distribución de productos farmacéuticos para consumo humano, situada en la provincia del Guayas, cantón Guayaquil.

La colocación de la primera piedra para la construcción de la industria fue en el año de 1963 dando inicio de la nueva era en la industria farmacéutica del Ecuador. En el año 1965 inicia sus operaciones la planta Acromax, con la participación de autoridades locales. En el año de 1967 la industria se proyecta a niveles internacionales donde los primeros países en recibir sus medicamentos fueron: Haití, Bolivia, Republica Dominicana, y Perú, en este trayecto la prensa nacional reconoce el esfuerzo y resalta la participación de la industria ecuatoriana y el alcance que han tenido sus productos.

A partir del año 2001 Acromax pasa a formar parte de una alianza nacional de industrias farmacéuticas denominada Asociación de Laboratorios Farmacéuticos Ecuatorianos (ALFE), y en la actualidad forma parte de una alianza latinoamericana denominada Megalabs.

La empresa empieza su modernización a partir del año 2008 especialmente en maquinarias, instalaciones y en tecnología de acuerdo a las más altas exigencias que rigen el sector farmacéutico, con una amplia gama de productos y formulas farmacéuticas.

Acromax cuenta con acreditaciones nacionales e internacionales (normas BPM, INVIMA, ISO 9001, 14001, 45001 y SART) elevando el estándar de calidad y compromiso con la salud.

### 2.3.2 Ubicación.

El Laboratorio Químico Farmacéutico Acromax, se encuentra ubicado en el Km 8 ½ vía Daule en la provincia del Guayas, cantón Guayaquil, como se puede observar en la figura 3. Está asentada en una zona considerada por el GAD (Gobierno Autónomo Descentralizado) como zona Industrial y comercial en Ecuador. La organización cuenta con una superficie de 13.612,81 m<sup>2</sup>, distribuidos en oficinas, planta de producción, bodegas, laboratorios, áreas de desechos y parqueaderos.

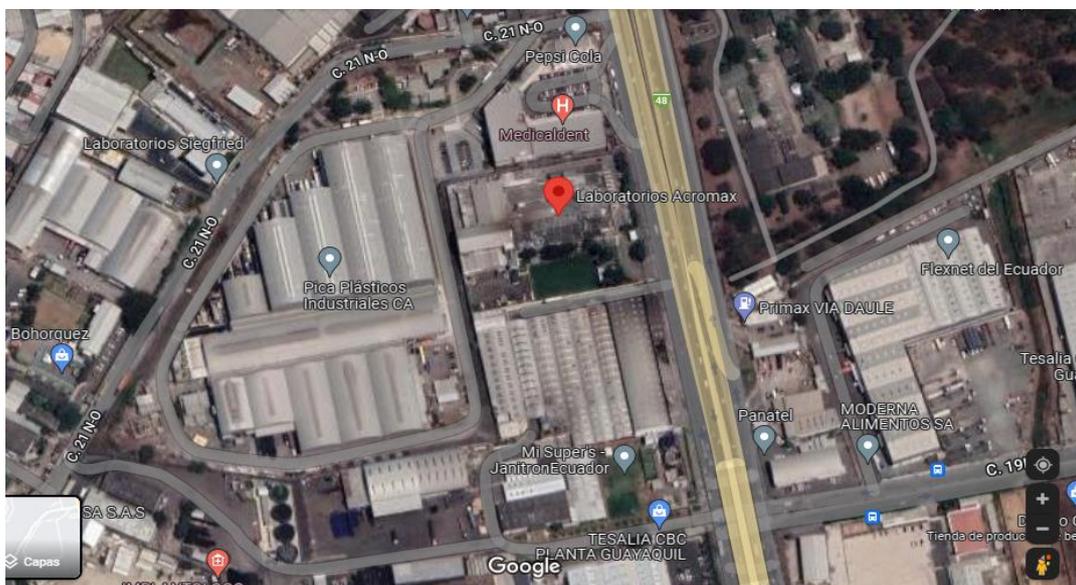


Figura 3. Ubicación del Laboratorio Químico Farmacéutico Acromax.  
Fuente: (Google Maps, 2022).

### 2.3.3 Organigrama funcional.

La empresa tiene un Organigrama estructural, como se indica en la figura 4, ahí se encuentra la organización de la empresa en forma esquemática, la posición de las áreas que la integran y sus niveles jerárquicos.

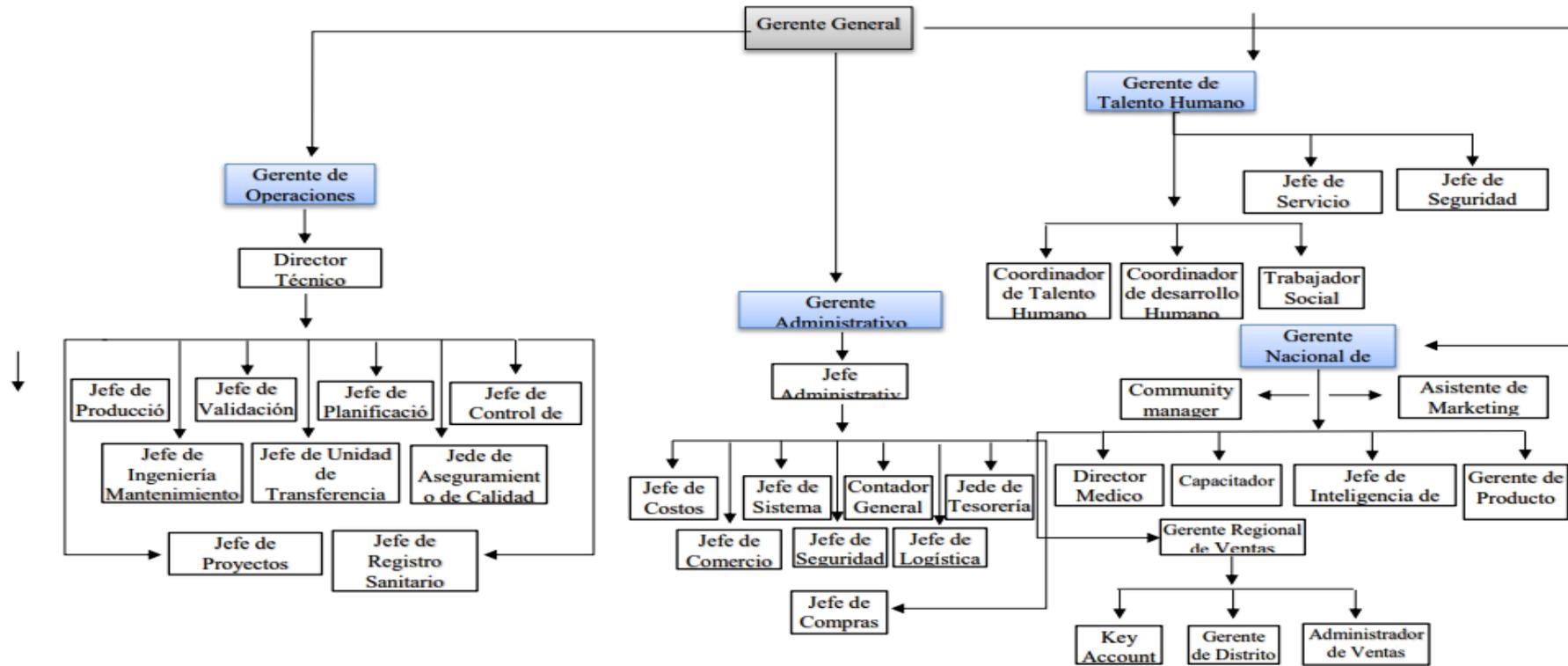


Figura 4. Organigrama de la empresa Acromax. Fuente: (Acromax, 2018).

### **2.3.4 Distribución de la planta de producción.**

El área de producción tiene 2400m<sup>2</sup>, donde se encuentran funcionando las siguientes instalaciones:

- Microbiología.
- Control de Calidad.
- Sólidos Orales 1.
- Sólidos Orales 2.
- Validación.
- Líquidos.
- Semisólidos.
- Inyectables.

Y como áreas de apoyo a la producción están:

- Área de entrega de Materiales de Empaque a la selección de Producción.
- Área de pesaje de materia prima.
- Área de Almacenamiento Temporal de Productos terminados.
- Bodega de Limpieza.
- Área de planta de tratamiento de aguas residuales.
- Área de cisterna de agua potable.
- Área del Sistema Contra Incendios.
- Área de bodegas.
- Área de sistemas.
- Área de administración.
- Área de mantenimiento.

Existe además una planta alta donde están ubicados los calderos para generación de vapor, el sistema de refrigeración para todas las áreas de la planta, área de tratamiento de agua para calderos y la oficina para el operador de calderos, a esta área se la designa como Piso Técnico.

Mediante el mapa de procesos que se indica en la figura 5, se puede observar todas las actividades interrelacionadas que desarrolla la empresa ACROMAX.

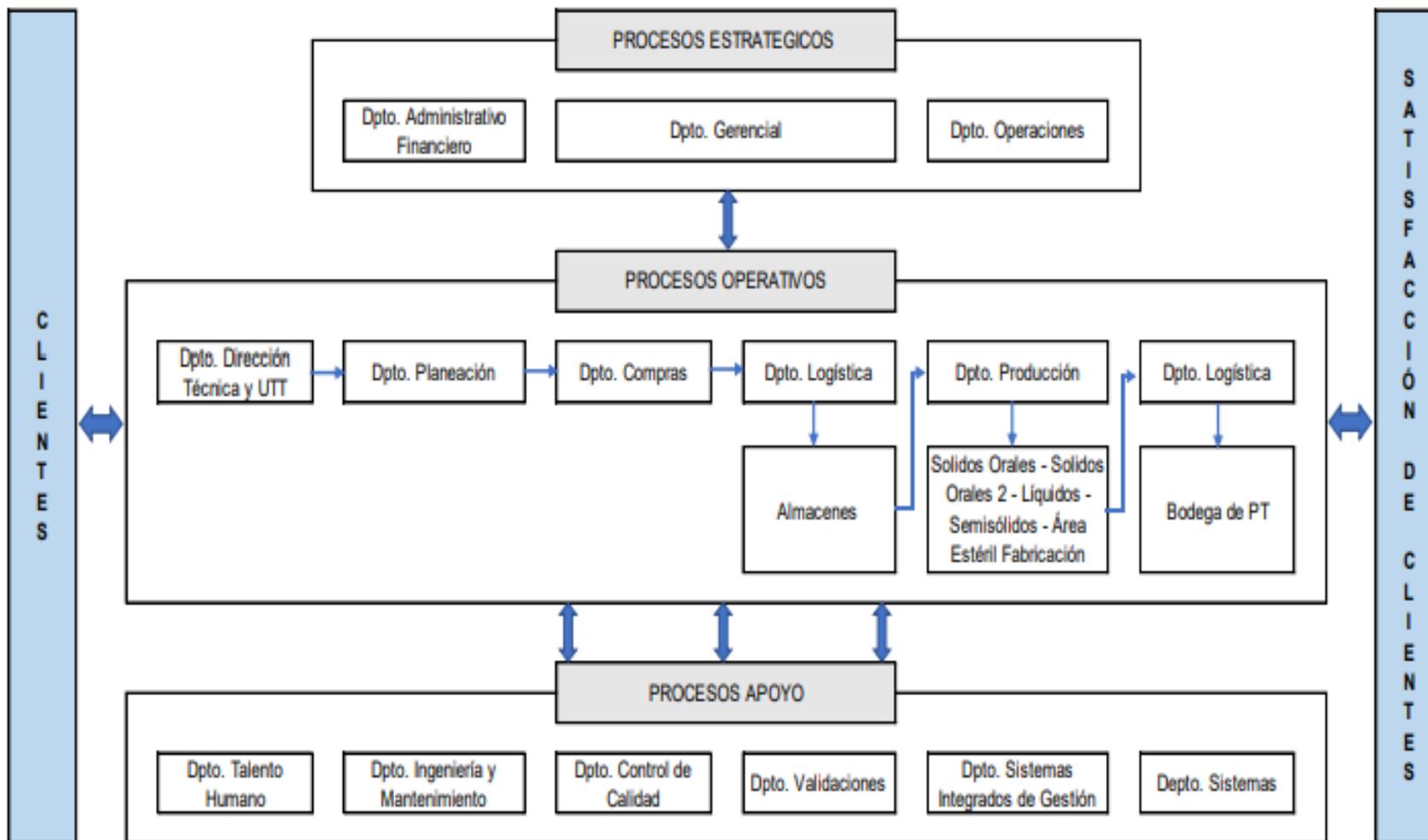


Figura 5. Mapa de procesos de Laboratorio Químico Farmacéutico ACROMAX. Fuente: (ACROMAX, 2018).

### 2.3.5 Sistema eléctrico.

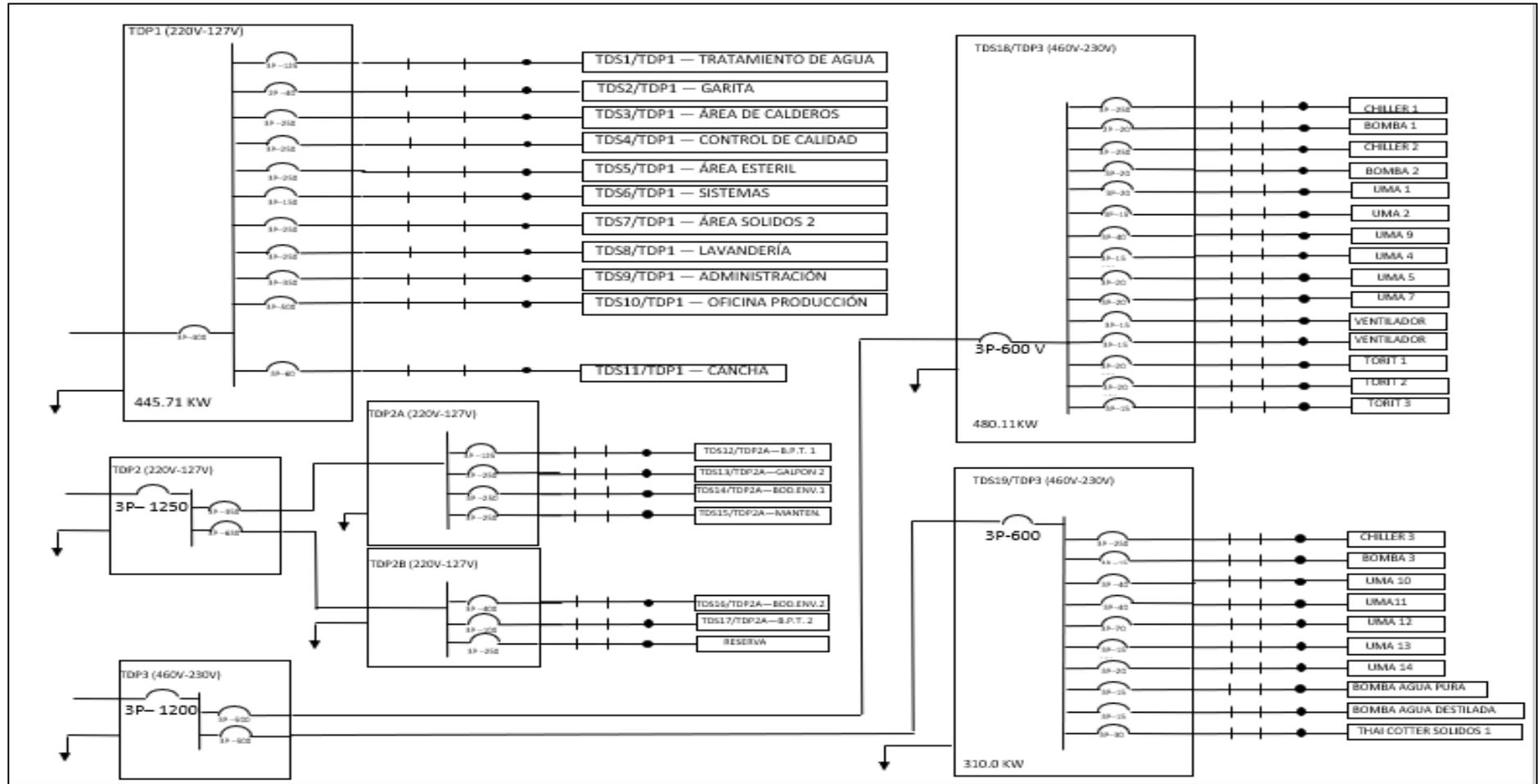


Figura 6. Diagrama eléctrico unifilar de las áreas de producción y de apoyo. Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.6 Características técnicas de máquinas y equipos.

Entre los equipos y maquinarias que ACROMAX utiliza para realizar sus actividades productivas se encuentran los mencionados en la tabla 2, como:

Tabla 2. Lista de equipos y maquinarias de ACROMAX.

Unidad	Equipo	Marca	Modelo	Potencia	Amperio/Voltaje	Serie
1	TABLETEADORA #2	RIVA	COMPACTA PRESS C3	2,59 Kw/h	8.5/220 (3F)	131
1	DETECTOR DE METAL # 2	CEIA	N/E	0,26 Kw/h	1.5/220 (1F)	THS/PH 21
1	TANQUE DE FABRICACION 60 L	SEITZ	M20KA4	0,76 Kw/h	2.5/220 (3F)	3331
1	CODIFICADORA	HITACHI	PXR-H450W	0,07 Kw/h	0.75/110 (1F)	PXR031 63703
1	ENVASADORA de AMPOLLAS	CIONI	A6-FC	3,35 Kw/h	11/220 (3F)	08-ene
1	ESTUFA	HOGNER	PYRO 7001 PHARMA CLASE	54,81 KW/h	180/220 (3F)	60609
1	CODIFICADORA # 2	HITACHI	PXRR-450W	0,07 KW/h	0.75/110 (1F)	414470
1	ETIQUETADORA DE AMPOLLAS # 2	KETAN	K-50	0,18 KW/h	1/220 (1F)	8114
1	TANQUE DE FABRICACIÓN DE 260 L	HTS	N/E	1, 52 KW/h	5/220 (3F)	406336-AE-01
1	BLISTEADORA	MARIO CRICCA	MAC 2000L	2, 04 KW/h	6.7/220 (3F)	538
1	TANQUE DE FABRICACION DE 260L	HTS	N/E	1, 52 KW/h	5/220 (3F)	406336
1	CODIFICADORA # 8	HITACHI	PXR-D460W	0,28 KW/h	3.2/110 (1F)	PXR161 60005
1	REVISADORA DE AMPOLLAS #2	CMP	SA12	4,87 KW/h	16/220 (3F)	527 / 14
1	ETIQUETADORA DE AMPOLLAS # 3	KETAN	KEA-03	0,21 KW/h	1.2/220 (1F)	150218
1	ENVASADORA DE POLVOS ESTERILES	DARA	SX-200-PP/S	0,53 KW/h	3/220 (1F)	130147
1	ENVASADORA DE LÍQUIDO	AMFAR	N/E	0,21 KW/h	1.2/220 (1F)	902

Unidad	Equipo	Marca	Modelo	Potencia	Amperio/Voltaje	Serie
1	ENVASADORA DE LÍQUIDO	FILAMATIC	DAB-16	0,11 KW/h	1.3/110 (1F)	NG0055 RH
1	MOLINO COLOIDAL	TAN	MC100- TR	0,97 KW/h	3.2/220 (3F)	340
1	ETIQUETADORA DE FRASCOS	WILLETT	210	0,19 KW/h	2.2/110 (1F)	4.2504E+10
1	ESTUCHADORA	CAM	AV	2,44 KW/h	8/220 (3F)	16800AV-10
1	CODIFICADORA #2	WILLETT	460	0,32 KW/h	3.6/110 (1F)	ZH0523 03109905
1	ENVASADORA DE LIQUIDO #3	ASTER	N/E	0,26 KW/h	3/110 (1F)	N/E
1	SECADOR DE LECHO DE FLÚIDO	GLATT	N/E	18,41 KW/h	35/380 (3F)	3425
1	GRANULADORA	DIOSNA	N/E	22,97 KW/h	40/415 (3F)	255-087
1	GRANULADORA	FREWITT	N/E	0,97 KW/h	3.2/220 (3F)	108661
1	MOLINO	FITZ MILL	DAG	2,37 KW/h	4.5/380 (3F)	6766
1	MEZCLADOR DOBLE CONO	TREVI	N/E	1,98 KW/h	6.5/220 (3F)	MPDC- 240
1	TORRE VERTICAL	N/E	N/E	1,07 KW/h	3.5/220 (3F)	84369-235
1	EQUIPO DE RECUBRIMIENTO	THAI COATER	FC37"EX-S(SPECIAL)	21,31 KW/h	35/440 (3F)	05-033-1
1	TANQUE DE ALMACÉN. DE 2000 L #3	N/E	N/E	1,89 KW/h	6.2/220 (3F)	N/E
1	ENVASADORA DE POLVOS	TOVER	DP30/2 TR-1	4,02 KW/h	13.2/220 (3F)	A
1	TANQUE DE FABRICACION 270 L	SEITZ	M24.K.S2	2,13 KW/h	7/220 (3F)	2671
1	ESTUCHADORA 1	CAM	AV	2,44 KW/h	8/220 (3F)	C16849 AV16
1	BOMBA DE VACIO	ULTIMATE VACUUM	2FY-2B	0,37 KW/h	4.2/110 (1F)	N/E
1	CODIFICADORA # 10	HITACHI	PXR-D460W	0,37 KW/h	4.2/110 (1F)	PXR126 21908
1	MARMITA	ABBE	N/E	2,44 KW/h	8/220 (3F)	60890
1	MARMITA	LEE	50D9MT	0,37 KW/h	3.2/220 (3F)	A-4232
1	GRANULADORA	FREWITT	MG 1400	0,61 KW/h	2/220 (3F)	475207
1	ENVASADORA DE ÓVULOS	LAMP	FRS/ 4	4,02 KW/h	13.2/220 (3F)	27
1	BOMBA DE VACÍO	STAGES	2FY-2B	0,37 KW/h	4.2/110 (1F)	N/E
1	ESTUCHADORA	BOSCH	CARTON ETTA 75	0,97 KW/h	3.2/220 (3F)	620,233

Unidad	Equipo	Marca	Modelo	Potencia	Amperio/Voltaje	Serie
1	CODIFICADORA DE CAJAS	HAPPA	DEF 310	0,37 KW/h	1.2/220 (3F)	2953
1	ENCAPSULADORA	CAPSUGEL	CAP 8	1,49 KW/h	4.9/220 (3F)	C-3084
1	MEZCLADOR DE 50 KG	STOKES	N/E	1,07 KW/h	3.5/220 (3F)	N/E
1	MOLINO	DIAF	21-F	0,91 KW/h	3/220 (3F)	2120774
1	GRANULADORA # 1	FREWITT	MG 1400	0,61 KW/h	2/220 (3F)	0,475207
1	GRANULADORA # 2	FREWITT	MG 1400	0,61 KW/h	2/220 (3F)	179254
1	GRANULADOR	ALEXANDE R WERKE	GKM	0,58 KW/h	1.9/220 (3F)	17860
1	MEZCLADOR EN V PEQUEÑO	BLENDER	P-K	0,00 KW/h	5/110 (1F)	LB4120
1	BLISTEADORA # 1	FARCON	FA3	4.66 KW/h	15.3/220 (3F)	N/E
1	TORY # 1	DONALDSON	N/E	0,97 KW/h	3.2/220 (3F)	N/E
1	TORY # 2	DONALDSON	N/E	0,97 KW/h	3.2/220 (3F)	N/E
1	BLISTERA # 2	CAM	MC	9,13 Kw/h	30/220 (3F)	MC094
1	ENCAPSULADORA	MACOFAR	CD 40	2,44 KW/h	8/220 (3F)	1233
1	TABLETEADORA # 1	RIVA	D	2,59 Kw/h	8.5/220 (3F)	132
1	ESTUCHADORA	CAM	PMM 0.1	2,74 Kw/h	9/220 (3F)	17227
1	BLISTERA # 3	MARIO CRICCA	MAC S-300	2,10 Kw/h	6.9/220 (3F)	521
1	GRANULADOR MEZCLADOR	COMASA	MIC 200	14,12 KW/h	23.18/440 (3F)	2433A
1	MOLINO CALIBRADOR CONICO	COMASA	CPS LINE	9,55 Kw/h	15/460 (3F)	2453
1	MEZCLADOR DOBLE CONO	COMASA	DVC-600	2,80 Kw/h	9.2/220 (3F)	2630
1	MEZCLADOR DOBLE CONO # 2	COMASA	DVC-600	2,80 Kw/h	9.2/220 (3F)	2703
1	ESTUCHADORA # 1	CAM	PMX/1	1,37 Kw/h	4.5/ 110-220	18458 PMX/1- 05
1	ESTUCHADORA # 2	CAM	PMX/1	1,37 Kw/h	4.5/220 (3F)	18458 PMX/1- 06
1	LIMPIADORA DE CAPSULAS	SEJONG	N/A	0,35 KW/h	2/220 (1F)	SP100 316-06
1	TABLETEADORA # 3	GEA	COURTOY R150e	5,09 KW/h	8/460 (3F)	DQR1504
1	LIMPIADORA DE CAPSULAS	SEJONG	N/A	0,35 KW/h	2/220 (1F)	SP100 316-06

Unidad	Equipo	Marca	Modelo	Potencia	Amperio/Voltaje	Serie
1	DESBLISTEADORA	MEPREC	MD110	0,11 KW/h	1.2/110 (1F)	6
1	MOLINO CALIBRADOR # 2	COMASA	CPM	0,91 KW/h	3/220 (3F)	2966
1	Caldera #1	Hurst	Pirotubular	3450 máxima libras vapor/hora	3'348.000,0 BTU/h	DS500- A50-47
1	Caldera #2	Hurst	Pirotubular	3450 máxima libras vapor/hora	3'348.000,0 BTU/h	DS500- A50-20
1	Generador #1	Kohler	572 RSR402 4	220V 1'706.484,6 BTU/h	500KVA	WA- GM0786 6- 01-
1	Generador #2	Caterpillar	3406	440V 1'494.880,5 BTU/h	350KVA	2WB138 30
1	Generador #3	Caterpillar	3406C	440V 1'163.822,5 BTU/h	340KVA	G5P019 91
1	TABLETEADORA # 3	GEA	COURTOY R150e	5,09 KW/h	8/460 (3F)	DQR1504

Fuente: (ACROMAX, 2018)

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 ENFOQUE METODOLÓGICO**

Para la investigación se realiza un diagnóstico del sistema de energía eléctrica, mediante la observación de campo se visualiza lo que ocurre en los procesos de producción, además de recopilar y analizar información, por otra parte, a través de la revisión documental se inspecciona informes y otros documentos para conocer los costos de energía en tiempos anteriores; buscando mejorar los procesos de producción para reducir el consumo de la energía eléctrica.

#### **3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Alonso (2019) señala que “un diseño de investigación orienta las actividades que deben ser realizadas por el investigador de tal manera que se busca ampliar conocimientos y considerar otras perspectivas de autores”.

##### **3.2.1 Modalidad de la investigación.**

Se considero el proceso cuantitativo para esta investigación; Pinto (2018) indica que es un fenómeno objetivo, donde el sujeto de la investigación no participa, pero tiene el propósito de medir, verificar y comprobar; por tanto, es usado para realizar las mediciones de energía eléctrica dentro del área de producción.

##### **3.2.2 Tipos de investigación.**

Según el diseño, la investigación es básica descriptiva, para Esteban (2018) señala que tiene como objetivo principal recopilar datos e información sobre propiedades, características o diferentes aspectos, donde el investigador debe definir o visualizar lo que desea medir, en este caso se utiliza para definir la población a la que va dirigida la encuesta, que sería el área de producción. Además de la investigación aplicada o tecnológica que está orientada a resolver procesos de producción y formular problemas o hipótesis de trabajo (Esteban, 2018).

### **3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

“Se entiende por método de investigación al conjunto de pasos ordenados y secuencias, seguidos para obtener un resultado” (Mar et al., 2020). Existen diferentes métodos de investigación, sin embargo, en este trabajo se consideraron los siguientes:

#### **3.3.1 Método Lógico – deductivo.**

Es la forma específica de pensamiento o razonamiento utilizado para obtener conclusiones lógicas y válidas a partir de un conjunto de premisas o principios (Raffino, 2019). Asimismo, se estableció un enlace de juicios para el consumo de energía eléctrica lo que permite llegar a dos criterios:

- La búsqueda de parámetros eléctricos o de consumo desconocidos a partir de datos conocidos, es decir se derivó una variable a partir de datos conocidos o medidos.
- Se descubrió consecuencias desconocidas tomando en consideración principios generales.

#### **3.3.2 Método de Observación.**

“Implica a todos los sentidos, no tiene un formato propio, solo las reflexiones y la sensatez del investigador” (Piza, 2019). En este caso, la observación es primordial ya que permite realizar un análisis visual del funcionamiento en el área de producción, como: las condiciones de trabajo y el consumo de energía, mismas que permiten elegir los equipos para la medición, finalizando con una propuesta técnica para mejora en los procesos de producción que reduzca el consumo de energía eléctrica.

#### **3.3.3 Método de Medición.**

Se desarrolla para obtener información numérica en el consumo de energía eléctrica que están realizando los equipos en el área de producción para luego ser comparadas con otras medidas conocidas, generando un valor numérico a cada equipo.

### 3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

#### **Población.**

El presente trabajo se desarrolla en las instalaciones del Laboratorio Químico Farmacéutico Acromax, mismo que tiene alrededor de 500 personas laborando, sin embargo, para la encuesta se ha considerado solo el área de producción donde laboran 200 personas en turnos rotativos.

#### **Muestra.**

“La muestra en un subconjunto de la población” (Pastor, 2019), mediante la siguiente fórmula se procede a calcular la muestra que tendrá esta investigación:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times P \times Q}{[(N-1) \times E^2] + (Z^2 \times P \times Q)}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra = 65.10 = **65 personas**

N= Población= 200

Z= Nivel de confianza = 1,96

P= Probabilidad de éxito = 50%

Q= Probabilidad de fracaso = 50%

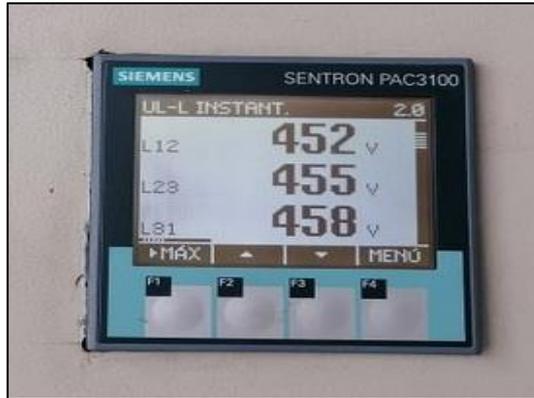
E= Margen de error = 0,10%

### 3.5 INSTRUMENTOS

Para la cuantificación de los parámetros durante las pruebas se emplean los instrumentos y elementos que se detallan a continuación:

#### **Analizador de Red PAC3100**

Es un analizador de red que permite visualizar las magnitudes eléctricas básicas en una distribución de energía eléctrica en baja tensión como se indica en la figura 7. Puede realizar mediciones monofásicas, bifásicas y trifásicas además de utilizarse en redes (sistemas) en esquema TN, TT e IT de tres o cuatro conductores.



*Figura 7.* Analizador de Red PAC3100. Fuente: Elaboración propia.

### **Cámara Termográfica FLUKE Ti32**

Son procesadores de imágenes térmicos de bolsillo que se utilizan para el mantenimiento preventivo y predictivo, la resolución de problemas, la comprobación de reparación, las inspecciones de construcción, las auditorías de energía, entre otros, como se puede observar en la figura 8. El rango de medición de temperatura comienza a los  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  y asciende hasta los  $+600\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el procesador Ti32; por su parte, comienza a los  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  y asciende hasta los  $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$  en TiR32.



*Figura 8.* Cámara Termográfica FLUKE Ti32. Fuente: Elaboración propia.

### **Pinza voltiamperimetrica digital FLUKE 376**

Este instrumento mide tensión y corriente de CA rms, tensión y corriente de CC, corriente de arranque y capacitancia, como se observa en la figura 9. El 376 mide también frecuencia y milivoltios de CC. La sonda de corriente tipo pinza flexible, flex extraíble, que se incluye con el 376, amplía el rango de

medida a 2.500 A CA. La sonda de corriente flexible ofrece mayor flexibilidad de visualización, permite realizar medidas en conductores de tamaño difícil y acceder de forma más fácil a los cables.



*Figura 9.* Pinza voltiamperimetrica digital FLUKE 376.  
Fuente: Elaboración propia.

### **Medidor eléctrico digital PM2100**

Son dispositivos medidores digitales que ofrecen prestaciones exhaustivas de instrumentación eléctrica trifásica y gestión de carga en una presentación compacta y resistente, como se observa en la figura 10, además de otras funciones:

- Recuento y equilibrado de energía
- Medición tanto del FP real como del FP de desplazamiento.
- Lecturas de energía activa, reactiva y aparente.
- Valores mín./máx. de parámetros instantáneos con sello de fecha y hora.



*Figura 10.* Medidor eléctrico digital PM2100. Fuente: Elaboración propia.

### 3.6 DETERMINACIÓN DE VARIABLES

Para determinar las variables se empezó analizando la causa que viene hacer el problema siendo esta la variable independiente, por lo tanto, el efecto sería la variable dependiente, así se tiene:

- Variable Independiente: “Consumo de energía eléctrica”
- Variable Dependiente: “Procesos de producción”

#### Operacionalización de Variables

Mediante la tabla 3 y 4 se realiza un análisis a las variables, a través de: conceptos, categoría, indicadores, ítems, técnicas e instrumentos utilizados en la investigación.

*Tabla 3.* Variable independiente: “Consumo de Energía Eléctrica”.

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Encontrar las causas del alto consumo de energía eléctrica en los procesos de producción para plantear mejoras.	Eficiencia energética.	Consumo específico de energía eléctrica	kWh	Medición	Analizador de red
	Factor de potencia	Modos y tipos de compensación	kWh	Cálculos Encuestas	Ecuaciones Cuestionario
	Prefactibilidad	Costos	\$	Cálculos	Ecuaciones

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Variable dependiente: “Procesos de producción”.

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Son los costos de energía en el proceso de producción que se desarrollan en el Laboratorio Farmacéutico Acromax.	Motores eléctricos	Potencia	kWh	Medición	Analizador de red
	Compresores	Potencia	kWh	Medición	Analizador de red
	Iluminación	Lux	lúmenes	Medición	Luxómetro
	Prefactibilidad	Costo	\$	Cálculos	Ecuaciones

Fuente: Elaboración propia

Ahora con respecto a las variables se considera lo que indica Oqueña (2003) quien plantea como objetivo final en su artículo reducir costos asociados al consumo de energía y así mismo reducir los costos de producción para aumentar la productividad de la empresa. Conociendo que los costos de producción es información pertinente que ayuda a tomar decisiones acertadas para la empresa (Flores et al., 2017); de igual manera el consumo de energía eléctrica hace referencia a beneficios económicos que se puedan obtener dentro de una empresa (Restrepo et al, 2018).

### Hipótesis de estudio

Con base en las variables presentadas se elabora a modo de hipótesis, un modelo de relación entre los procesos de producción y consumo de energía eléctrica como se observa en la figura 11.

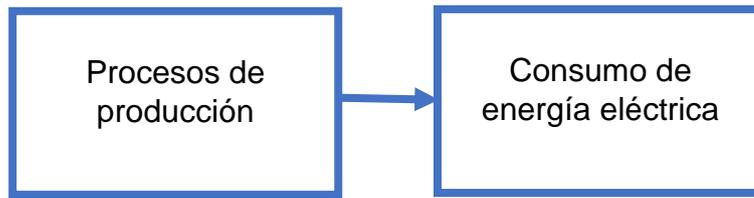


Figura 11. Modelo hipotetizado de las relaciones entre las variables de estudio. Fuente: Elaboración propia.

### **Hipótesis General**

Por lo mencionado anteriormente se elabora la siguiente hipótesis general:

*Hg: Los procesos de producción están significativamente relacionados con el consumo de energía eléctrica.*

### **3.7 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

La recolección de datos dentro de una investigación consiste en reunir y obtener información de varias fuentes, para crear un panorama general del objeto de estudio (Martínez, 2022). Estos datos o información pueden obtenerse a través de diferentes técnicas e instrumentos, sin embargo, para esta investigación se consideró las siguientes:

#### **Observación**

Es una técnica de investigación más utilizada y a su vez una de las más complejas porque el observador debe tener habilidades y destrezas para poder desarrollar este proceso de manera eficiente (Campos & Martínez, 2012).

Mediante la observación en los procesos de producción se obtendrá información histórica y actual sobre el consumo energético en cada uno de los suministros, logrando tabular datos para procesar la información con mayor facilidad, sin necesidad de involucrar al personal ni costos adicionales.

#### **Encuesta**

Se trata de requerir información a partir de un grupo socialmente significativo acerca del problema de estudio, mediante un análisis de tipo cuantitativo,

sacar las conclusiones que se correspondan con los datos recogidos (Reyes, 2022).

Se elaboran diez preguntas cerradas, concretas y sencillas que sean fácil de responder por el encuestado, mismas que no registran nombre, ni apellido. Estas preguntas son consideradas para el personal que labora directamente en el área de producción porque ellos son los que pasan constante en la manipulación de los equipos; además Piedra et al., (2022) indica que los subalternos crean buenas propuestas para mejorar el trabajo con base en la experiencia y conocimiento obtenido a través de las actividades diarias y repetitivas sin embargo debe existir un buen ambiente laboral y comunicación para que estos conocimientos sean compartidos a los jefes.

Por otra parte, García (2018) dice que un jefe o supervisor debe ayudar a los subalternos porque están más cerca de lo que la empresa fabrica, sirve o hace. Dicho de otra forma, el jefe es servidor de quienes han de sacar adelante las operaciones

### **Revisión de registros**

La empresa tiene archivos digitales, y documentos de los equipos que se encuentran operando en el área de producción, al igual que facturas de pago de la empresa eléctrica, todos estos documentos son revisados por el investigador para seleccionar la información pertinente de los últimos tiempos.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se analizaron e interpretaron los datos obtenidos mediante la metodología indicada en el acápite anterior, se empieza con la recolección de datos a través de la encuesta para luego determinar las mediciones con los equipos señalados anteriormente, mismos que establecieron las áreas, procesos y equipos que originan el alto consumo de energía eléctrica.

#### 4.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA ENCUESTA

Como se indicó en la metodología del trabajo, la encuesta se realizó a 65 personas en el área de producción de la empresa ACROMAX, dentro de los cuales se encuentran obreros, operadores, supervisores entre otros cargos; obteniendo los siguientes resultados:

##### ENCUESTA DIRIGIDA A LOS TRABAJADORES

1.- Referencia personal de los trabajadores:

- Edad de los trabajadores:

Tabla 5. Edad de los trabajadores.

Edad	18-25	26-35	36-65	Total
No. de trabajadores	12	25	28	65
Porcentaje	19	38	43	100

Fuente: Elaboración propia

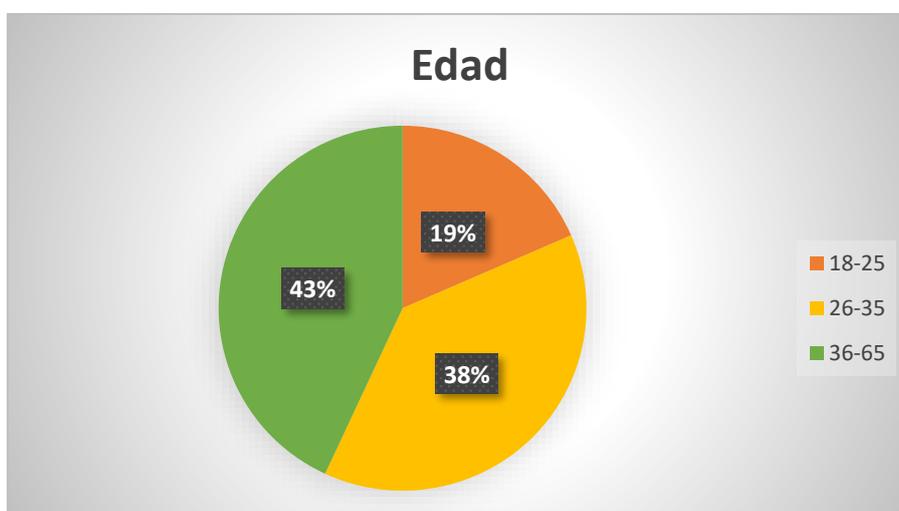


Figura 12. Edad de los trabajadores. Fuente: Elaboración propia.

### **Análisis e interpretación:**

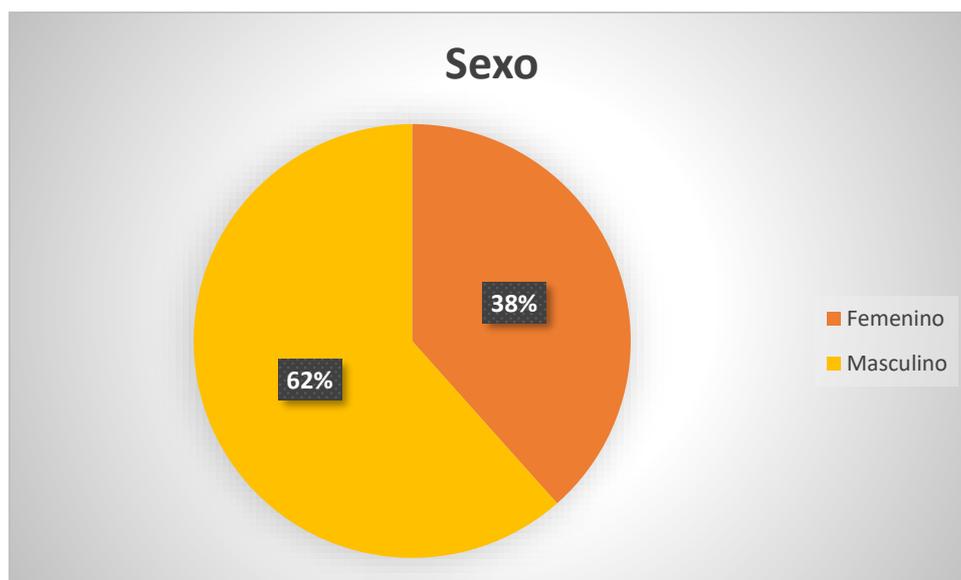
El 19% de los encuestados tiene una edad entre 18 y 25 años, el 38% de los encuestados tienen una edad entre los 26 y 35 años, y el 43% de los encuestados tienen una edad de 36 a 65 años. Por tanto, la mayoría de la población encuestada tiene una edad establecida entre los 36 y 65 años.

- Sexo de los trabajadores:

*Tabla 6.* Sexo de los trabajadores.

<b>Sexo</b>	<b>Femenino</b>	<b>Masculino</b>	<b>Total</b>
<b>No de trabajadores</b>	25	40	65
<b>Porcentaje</b>	38	62	100

Fuente: Elaboración propia



*Figura 13.* Sexo de los trabajadores. Fuente: Elaboración propia.

### **Análisis e interpretación:**

El 62% de la población son de género masculino y el 38% de la población son de género femenino. Entonces se puede observar que la mayoría de las personas encuestadas en el área de producción son de género masculino.

- Formación del encuestado

Tabla 7. Formación del encuestado.

Formación del encuestado	Bachiller	Tercer nivel	Cuarto nivel	Total
No de empleados	36	22	7	65
Porcentaje	55	34	11	100

Fuente: Elaboración propia

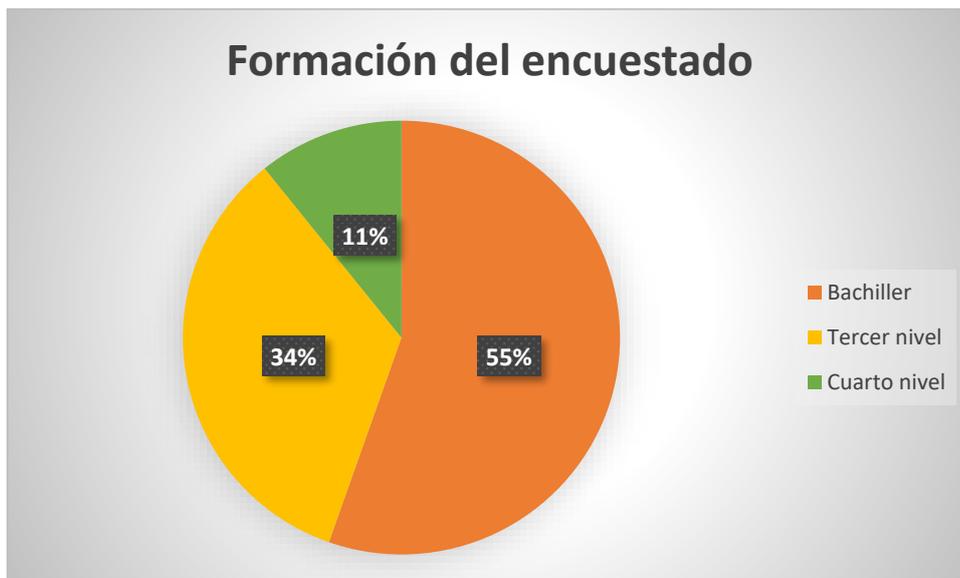


Figura 14. Formación del encuestado. Fuente: Elaboración propia.

#### Análisis e interpretación:

El 55% de los encuestados tienen título de bachiller, el 34% de los encuestados tienen título de tercer nivel, y el 11% de los encuestados tienen un título de cuarto nivel. Por lo tanto, se puede decir que la mayor parte de los trabajadores encuestados han cumplido con la secundaria para la obtención del título de bachiller.

1. En cuanto a temas de eficiencia energética, a su juicio ¿Cuál es su nivel de conocimiento, donde 1 se desconoce del tema y 5 se conoce ampliamente el tema?

Tabla 8. Nivel de conocimiento en eficiencia energética.

Nivel	1	2	3	4	5	Total
No de trabajadores	10	20	20	10	5	65
Porcentaje	15	31	31	15	8	100

Fuente: Elaboración propia



Figura 15. Nivel de conocimiento en eficiencia energética.

Fuente: Elaboración propia.

#### Análisis e interpretación:

El 15% de la población encuestada tienen un nivel de conocimiento 1 donde no conocen sobre el tema de eficiencia energética, el 31% tiene un nivel de conocimiento entre 2 y 3 donde tienen poco conocimiento sobre el tema, el otro 15% se encuentra en un nivel de conocimiento 4 donde tienen conocimiento sobre el tema y el 8% tiene un nivel 5 donde conocen ampliamente sobre el tema. Por tanto, se puede decir que la mayoría de los encuestados tienen poco conocimiento sobre el tema, lo que hace necesaria una capacitación para poder familiarizar la eficiencia energética.

## 2. ¿A través de que medios se ha informado sobre temas de eficiencia energética?

Tabla 9. Medios informativos sobre temas de eficiencia energética.

Medios de información	Prens.	TV	Rad.	Inter.	Revist.	Minist.	Comp.	Capacit,	Educa.	Ning.
Total	4	4	4	30	4	8	14	4	16	20
Porcentaje	3	4	4	28	4	7	13	4	15	18

Fuente: Elaboración propia

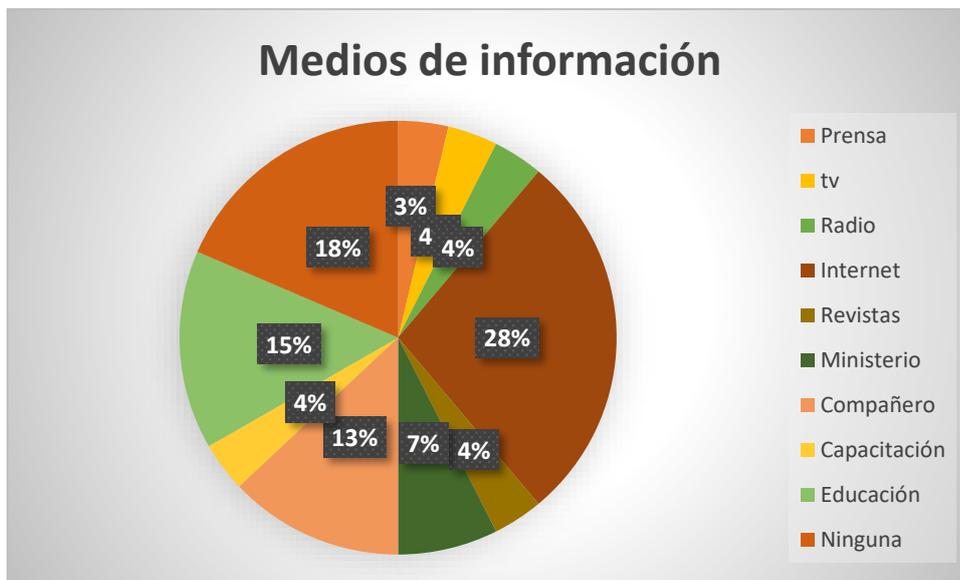


Figura 16. Medios informativos sobre temas de eficiencia energética.

Fuente: Elaboración propia.

### Análisis e interpretación:

El 28% de la población encuestada dice que el medio informativo sobre temas de eficiencia energética ha sido el internet, el 18% dice que no ha tenido ninguna fuente informativa sobre el tema, el 15% indica que el medio de información fue la educación, el 13% dicen que la información fue a través de compañeros, el 7% dicen que fue a través del ministerio, y el 4% dicen que fue la tv, la radio, revistas, y capacitación, por último, el 3% indica que el medio de información fue la prensa. Entonces se puede decir que la mayoría de la población encuestada tuvo como medio de información el internet, cabe indicar que muchos encuestados seleccionaron varios ítems al momento de responder la pregunta.

### 3. ¿En su área de producción se desarrollan los temas de eficiencia energética?

Tabla 10. Desarrollo de los temas de eficiencia energética.

Respuesta	Si	No	Desconozco	Total
No de trabajadores	10	17	38	65
Porcentaje	15	26	59	100

Fuente: Elaboración propia

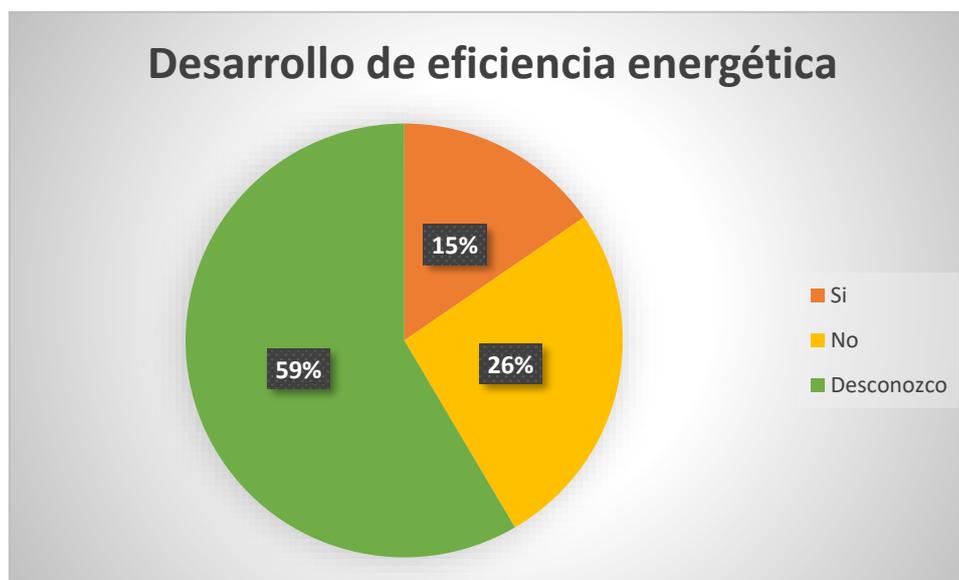


Figura 17. Desarrollo de los temas de eficiencia energética.

Fuente: Elaboración propia.

#### Análisis e interpretación:

El 59% de la población encuestada afirma que desconocen sobre el desarrollo del tema de eficiencia energética dentro de su área de producción, el 26% indica que no se desarrolla en su área de producción el tema de eficiencia energética, y el 15% afirma que si se desarrolla el tema de eficiencia energética dentro de su área de producción. Por tanto, se puede decir que la mayoría de la población encuestada desconocen sobre el desarrollo la eficiencia energética en su área de producción.

#### 4. ¿Dispone de instrucciones de operación y mantenimiento de su equipo o área de trabajo?

Tabla 11. Instrucciones de operación y mantenimiento.

Respuesta	Si	No	Total
No de trabajadores	25	40	65
Porcentaje	38	62	100

Fuente: Elaboración propia



Figura 18. Instrucciones de operación y mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.

#### Análisis e interpretación:

El 62% de la población encuestada dice que la empresa no ha dispuesto para ellos instrucciones de operación y mantenimiento de su equipo o área de trabajo, sin embargo, el 38% de la población afirman que tienen a su disposición las instrucciones de operación y mantenimiento para su área o equipo de trabajo.

## 5. En la empresa. ¿Quién desarrolla los temas de eficiencia energética?

Tabla 12. Área que desarrolla los temas de eficiencia energética.

Áreas	Gerencia	Mantenim.	Nadie	Descon.	Total
No de trabajadores	8	10	7	40	65
Porcentaje	12	15	11	62	100

Fuente: Elaboración propia

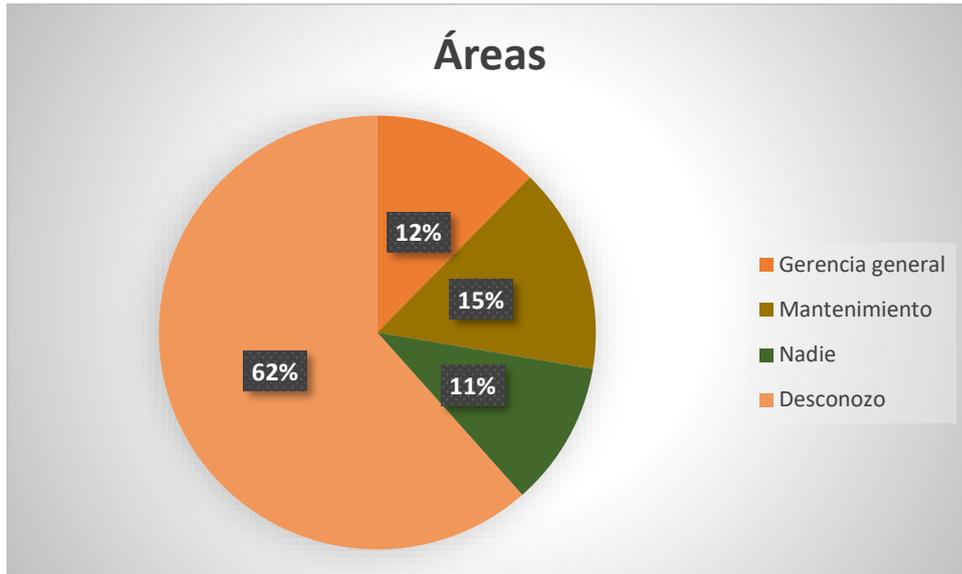


Figura 19. Área que desarrolla los temas de eficiencia energética.

Fuente: Elaboración propia.

### Análisis e interpretación:

El 62% de la población encuestada desconocen que área dentro de la empresa es la encargada para desarrollar los temas de eficiencia energética, el 15% indicaron que el área encargada es mantenimiento, el 12% indicaron que el área encargada es la Gerencia general, y el 11% indicaron que nadie desarrolla los temas de eficiencia energética. Por tanto, se puede decir que la mayoría de la población encuestada desconocen quien desarrolla los temas de eficiencia energética, esto puede ser por falta de información y capacitación.

## 6. ¿La empresa cuenta con una planificación energética?

Tabla 13. Planificación energética en la empresa.

Respuesta	Si	No	Desconozco	Total
No de trabajadores	5	48	12	65
Porcentaje	8	74	18	100

Fuente: Elaboración propia

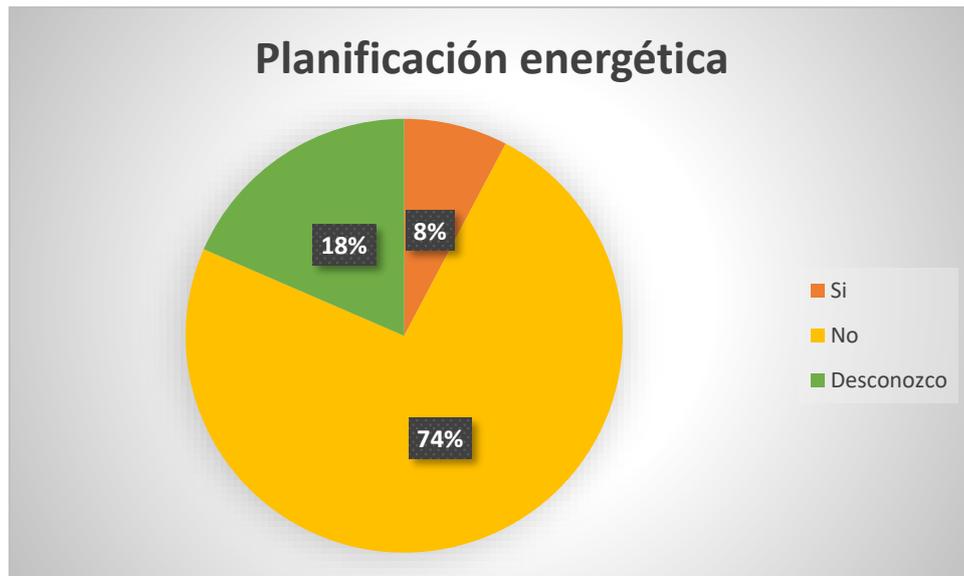


Figura 20. Planificación energética en la empresa.

Fuente: Elaboración propia.

### Análisis e interpretación:

El 74% de la población encuestada dice que no existe una planificación energética en la empresa, el 18% dice que desconocen sobre el tema de la planificación energética, y el 8% dice que la empresa si cuenta con una planificación energética. Por tanto, se puede decir que la mayoría de la población encuestada afirma que la empresa no cuenta con una planificación energética.

## 7. ¿La empresa cuenta con un Sistema de Gestión de la Energía?

Tabla 14. Sistema de Gestión de la energía.

Respuesta	Si	No	Desconozco	Total
No de trabajadores		55	10	65
Porcentaje		85	15	100

Fuente: Elaboración propia

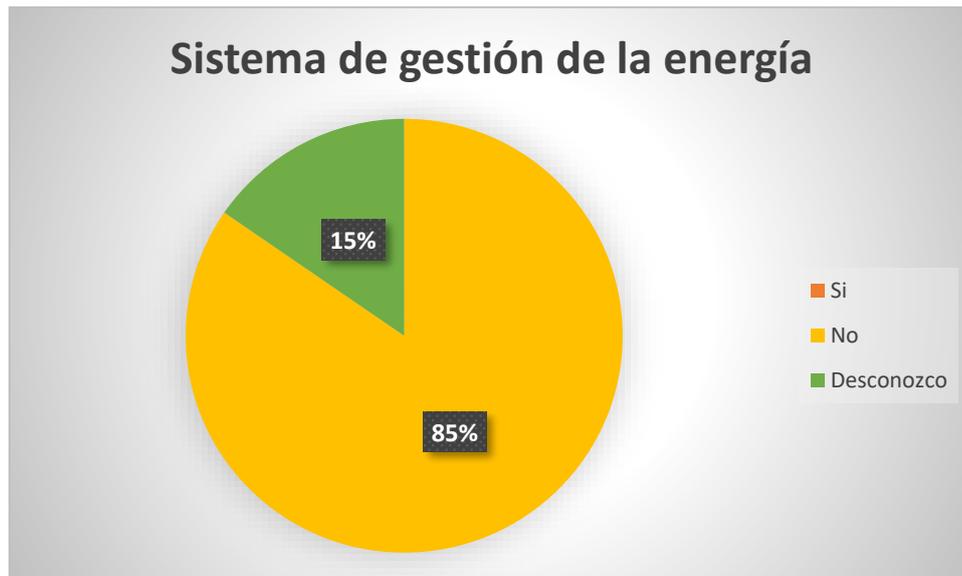


Figura 21. Sistema de Gestión de la energía. Fuente: Elaboración propia.

### Análisis e interpretación:

El 85% de la población encuestada dicen que no conocen que la empresa cuente con un Sistema de Gestión de la energía, mientras el 15% desconocen que la empresa tenga implantado un Sistema de Gestión de la energía. Por tanto, se puede decir que la mayoría de la población encuestada afirman que la empresa no cuenta con un Sistema de Gestión energía.

## 8. ¿Cree usted que el proceso de producción en Acromax es?

Tabla 15. Calificación del proceso de producción.

Respuesta	Excelente	Bueno	Regular	Malo	Total
No de trabajadores	21	38	4	2	65
Porcentaje	32	59	6	3	100

Fuente: Elaboración propia

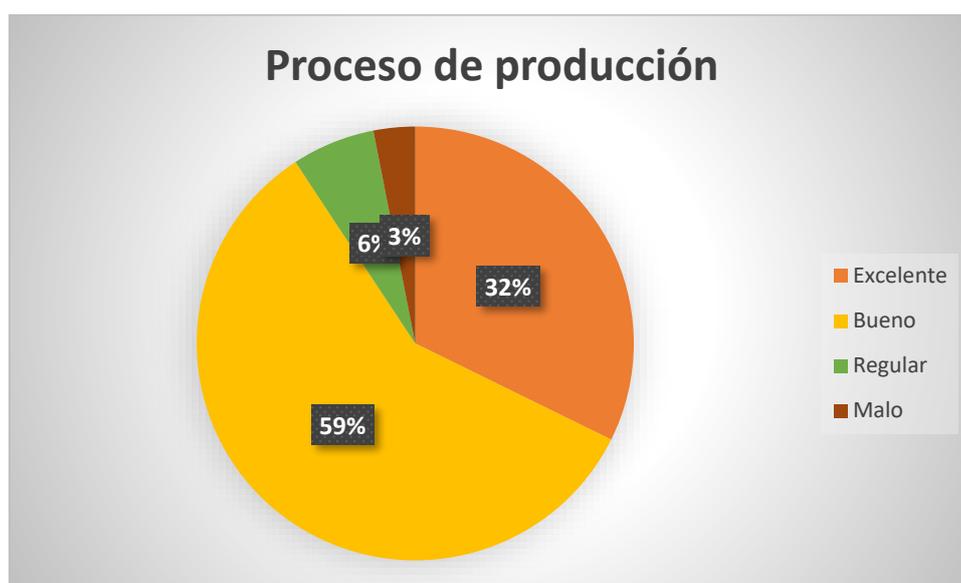


Figura 22. Calificación del proceso de producción.  
Fuente: Elaboración propia.

### Análisis e interpretación:

El 59% de la población encuestada califican el proceso de producción de Acromax como bueno, el 32% lo califica como excelente, el 6% como regular y el 3% como malo. Por tanto, se puede decir que la mayoría de la población encuestada creen que el proceso de producción que está realizando Acromax actualmente es bueno.

**9. ¿Cree usted que la empresa debe mejorar los procesos de producción?**

*Tabla 16.* Mejoras en los procesos de producción.

<b>Respuesta</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Desconozco</b>	<b>Total</b>
<b>No de trabajadores</b>	46		19	65
<b>Porcentaje</b>	71		29	100

Fuente: Elaboración propia



*Figura 23.* Mejoras en los procesos de producción.  
Fuente: Elaboración propia.

**Análisis e interpretación:**

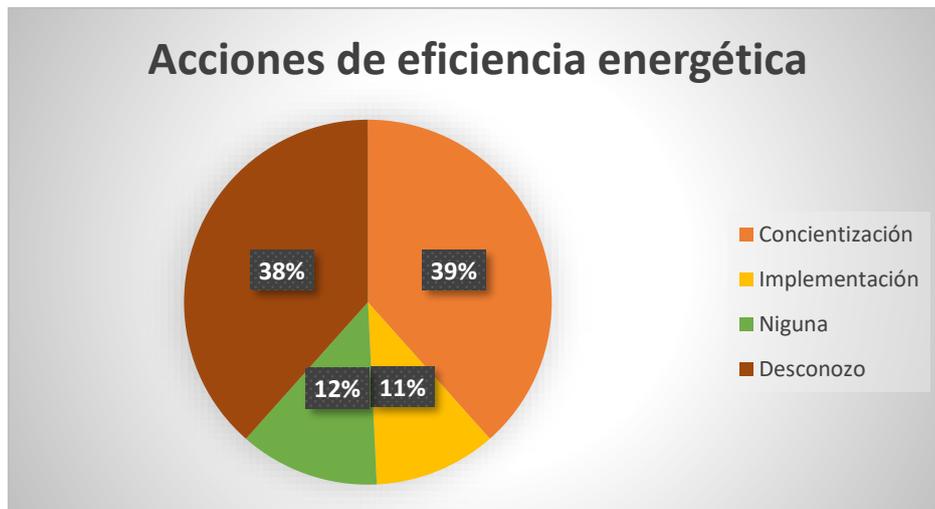
El 71% de la población encuestada afirma que la empresa si debe mejorar los procesos de producción mientras que el 29% dicen desconocer sobre el tema de mejoras en los procesos de producción. Por tanto, se puede decir que la mayoría de la población encuestada afirman que la empresa si debe mejorar los procesos de producción que actualmente se han venido desarrollado dentro de la empresa.

**10. ¿Qué acciones de eficiencia energética se han llevado a cabo en la empresa en los últimos 4 años?**

*Tabla 17.* Acciones de eficiencia energética.

Opciones	Concient.	Implem.	Ning.	Descon.	Total
No de trabajadores	25	7	8	25	65
Porcentaje	39	11	12	38	100

Fuente: Elaboración propia



*Figura 24.* Acciones de eficiencia energética. Fuente: Elaboración propia.

**Análisis e interpretación:**

Entre los seis ítems para la respuesta de la pregunta 10, los cuatros que se observan en la figura 24 fueron los seleccionados por la población encuestada. Por tanto, el 39% dice que las acciones de eficiencia energética que la empresa ha realizado estos últimos 4 años es la campaña de concientización a los trabajadores para el uso eficiente de energía, el 38% desconocen de alguna acción que haya realizado la empresa, el 12% dice que la empresa no ha realizado ninguna acción, y el 11% dice que la empresa ha realizado implementación de proyectos de eficiencia energética. Entonces se puede decir que la mayoría de la población encuestada indica que la empresa ha realizado campañas de concientización a trabajadores para el uso eficiente de energía durante estos últimos 4 años.

## **4.2 ANÁLISIS INFERENCIAL DE LA ENCUESTA**

Se realiza los estudios de contraste entre los resultados de la aplicación de la encuesta, relacionando las siguientes categorías: nivel de conocimiento en eficiencia energética, y la calificación de los procesos de producción, mismas que permiten validar las variables de esta investigación mediante una hipótesis específica que está conformada por una hipótesis nula y una hipótesis alternativa; para este análisis se eligió la prueba estadística Chi-cuadrado de Pearson que es “una herramienta descriptiva direccionada a la investigación científica como recurso pedagógico en la destreza matemática que sirve para someter a prueba hipótesis referidas” (Gutiérrez & Villacreses, 2022), a través del programa estadístico IBM SPSS (International Business Machines Statistical Package for the Social Sciences), donde los valores esperados son menores a 5.

### *Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>)*

El conocimiento en eficiencia energética es independiente de la calificación de los procesos de producción.

### *Hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>)*

El conocimiento en eficiencia energética es dependiente de la calificación de los procesos de producción.

### **Ingreso de datos al programa estadístico IBM SPSS**

Como se observa en la tabla 18 se procede a ingresar todos los datos de los 65 encuestados al programa para obtener la tabla 19 donde se cruza la información sobre el nivel de conocimiento en eficiencia energética y la calificación de los procesos de producción.

Tabla 18. Resumen de procesamiento de casos por IBM SPSS.

Resumen de procesamiento de casos						
	Válido		Casos Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
nivel de conocimiento en eficiencia energética * Cree usted que el proceso de producción en Acromax es:	65	91,5%	6	8,5%	71	100,0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Validación de las dos variables.

Tabla cruzada nivel de conocimiento en eficiencia energética* Cree usted que el proceso de producción en Acromax es:							
			Cree usted que el proceso de producción en Acromax es:				Total
			excelente	bueno	regular	malo	
nivel de conocimiento en eficiencia energética	1	Recuento	10	0	0	0	10
		Recuento esperado	3,2	5,8	,6	,3	10,0
		% dentro de nivel de conocimiento en eficiencia energética	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
		% dentro de Cree usted que el proceso de producción en Acromax es:	47,6%	0,0%	0,0%	0,0%	15,4%
		% del total	15,4%	0,0%	0,0%	0,0%	15,4%
	2	Recuento	11	9	0	0	20
		Recuento esperado	6,5	11,7	1,2	,6	20,0
		% dentro de nivel de conocimiento en eficiencia energética	55,0%	45,0%	0,0%	0,0%	100,0%
		% dentro de Cree usted que el proceso de producción en Acromax es:	52,4%	23,7%	0,0%	0,0%	30,8%
		% del total	16,9%	13,8%	0,0%	0,0%	30,8%
3	Recuento	0	20	0	0	20	
	Recuento esperado	6,5	11,7	1,2	,6	20,0	
	% dentro de nivel de conocimiento en eficiencia energética	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	100,0%	
	% dentro de Cree usted que el proceso de producción en Acromax es:	0,0%	52,6%	0,0%	0,0%	30,8%	
	% del total	0,0%	30,8%	0,0%	0,0%	30,8%	

4	Recuento	0	9	1	0	10
	Recuento esperado	3,2	5,8	,6	,3	10,0
	% dentro de nivel de conocimiento en eficiencia energética	0,0%	90,0%	10,0%	0,0%	100,0%
	% dentro de Cree usted que el proceso de producción en Acromaxes:	0,0%	23,7%	25,0%	0,0%	15,4%
	% del total	0,0%	13,8%	1,5%	0,0%	15,4%
5	Recuento	0	0	3	2	5
	Recuento esperado	1,6	2,9	,3	,2	5,0
	% dentro de nivel de conocimiento en eficiencia energética	0,0%	0,0%	60,0%	40,0%	100,0%
	% dentro de Cree usted que el proceso de producción en Acromaxes:	0,0%	0,0%	75,0%	100,0%	7,7%
	% del total	0,0%	0,0%	4,6%	3,1%	7,7%
Total	Recuento	21	38	4	2	65
	Recuento esperado	21,0	38,0	4,0	2,0	65,0
	% dentro de nivel de conocimiento en eficiencia energética	32,3%	58,5%	6,2%	3,1%	100,0%
	% dentro de Cree usted que el proceso de producción en Acromaxes:	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% del total	32,3%	58,5%	6,2%	3,1%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

Después de ingresar los datos se procede a la selección de la prueba de chi-cuadrado, que dio como resultado lo establecido en la tabla 20 y 21.

Tabla 20. Pruebas de chi-cuadrado.

Pruebas de chi-cuadrado						
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	96,547 <sup>a</sup>	12	,000	,000		
Razón de verosimilitud	83,724	12	,000	,000		
Prueba exacta de Fisher	66,567			,000		
Asociación lineal por lineal	44,292 <sup>b</sup>	1	,000	,000	,000	,000
N de casos válidos	65					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Medidas simétricas.

		<b>Medidas simétricas</b>		
		Valor	Significación aproximada	Significación exacta
Nominal por Nominal	Phi	1,219	,000	,000
	V de Cramer	,704	,000	,000
	Coefficiente de contingencia	,773	,000	,000
N de casos válidos		65		

Fuente: Elaboración propia

### **Interpretación de resultados:**

A través de la tabla 20 se puede observar que el valor calculado y tabulado que genera el chi cuadrado entre estas dos variables permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, es decir que el nivel de conocimiento en eficiencia energética es dependiente de la calificación de los procesos de producción.

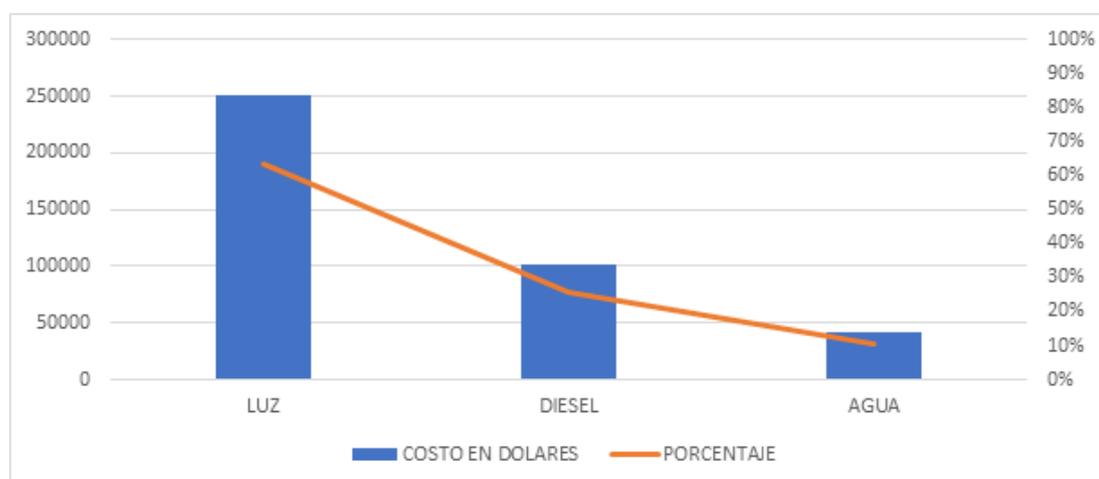
### **4.3 LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO DE LA EMPRESA ACROMAX**

La hipótesis de la presente investigación permite establecer la relación que existe entre la variable de propuesta para ser implementado un programa de gestión en el consumo eléctrico si se establecen los principales consumidores eléctricos. Es por ello que la lógica de estudio de acuerdo a la secuencia del flujo de energía, partiendo de los tres bancos de transformador trifásico instalado, Banco 3X167 Kva, Banco 3X333 Kva, FP 3 Banco 3X100 Kva panel de control principal y de allí a los tableros secundarios y distribución determinando si existe algún tipo de funcionamiento anormal. Los datos obtenidos se analizan y se presentan de forma tabulada con su respectivo diagrama unifilar. Una vez formando parámetros de control se establece la comprobación de la hipótesis.

### **4.4 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DEL CONSUMO DE PORTADORES ENERGÉTICOS ASOCIADOS**

En la figura 25 se muestra los porcentajes de consumo de portadores energéticos asociados a la producción de la empresa Acromax, dentro de los

principales consumidores esta la energía eléctrica, el diésel tiene un porcentaje significativo puesto que es usado en varios procesos de producción como la generación de vapor y calentamiento de agua por medio de calderas y el agua que es utilizada en todas las áreas de la planta a diario. Se puede decir que la energía eléctrica de mayor consumo de acuerdo a la productividad corresponde un 64 %, lo que corresponde a diésel 26 %; y, 11% le pertenece al agua, es por ello la necesidad de realizar el estudio sobre el sistema eléctrico.



*Figura 25. Porcentajes de consumo de portadores energéticos.*  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.5 LEVANTAMIENTO DEL DIAGRAMA UNIFILAR

El estudio de carga es importante dentro de un análisis del sistema eléctrico actual es por ello que es necesario partir desde los diagramas unifilares de la empresa, los mismos que permiten tener un panorama global de la estructura y funcionamiento del sistema de distribución eléctrica de la industria.

Por lo tanto, de acuerdo a la normativa de la empresa eléctrica CENEL-EP se parte de la acometida, tableros principales, subtableros y alimentadores con carga correspondiente. Se trabaja conjuntamente con el personal de mantenimiento quienes guiaron durante todo el proceso de la auditoría energética para revisar derivaciones y en casos que sea necesario desconexiones.

Dentro de los inconvenientes encontrados en la presente investigación de campo se encontró que no existen planos de distribución interna de la planta,

por tanto, no se pueden identificar los circuitos, así como tampoco la designación de consumos, ni calibres de conductores eléctricos, de tal manera que en primera estancia se procedió al levantamiento de planos unifilares, mismos que están actualizados hasta la fecha de junio del 2017, como se indica en la figura 26 el diagrama unifilar principal.

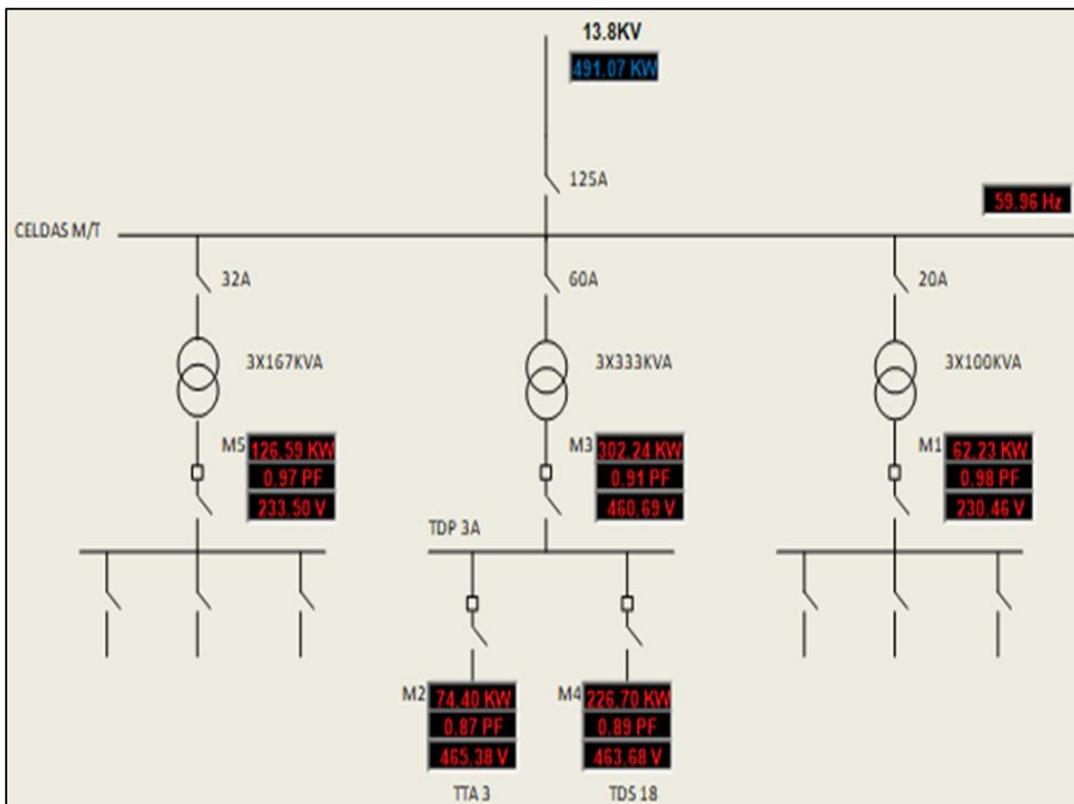


Figura 26. Diagrama unifilar principal de Acromax.  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6 Promedio de consumo de energía eléctrica en Planta Acromax

Para determinar el consumo de energía eléctrica en la planta Acromax se procede a evaluar el consumo y determinar la cantidad de energía eléctrica del año 2021 donde la empresa trabajaba con normalidad sin implementar ningún plan de eficiencia energética. Esta cantidad de energía se la relaciona directamente con la cantidad de unidades de medicamentos fabricados mensualmente. Los datos de consumo de energía eléctrica, así como el costo mensual de la mismas se muestran en la tabla 22 donde se establece el consumo de energía eléctrica frente a los costos en cada mes.

Tabla 22. Consumo de energía eléctrica planta Acromax 2021.

Año	Mes	Consumo de energía eléctrica activa (kWh)	Costo total de la energía eléctrica (Dólares)	Demanda facturable (Dólares)	Total a pagar (dólares)
2021	Enero	189000	12087,04	1897,37	13984,41
	Febrero	324100	21314,09	2269,7	23583,79
	Marzo	371000	24625,79	2886,16	27511,95
	Abril	358400	23732,8	2746,06	26478,86
	Mayo	353500	23023,34	2746,06	25769,4
	Junio	331800	22050,63	2258,96	24309,59
	Julio	325500	21729,89	2549,91	24279,8
	Agosto	348600	22556,94	2314,69	24871,63
	Septiembre	363300	24232,74	2342,56	26575,3
	Octubre	354900	23330,16	2316,43	25646,59
	Noviembre	308000	20026,93	2149,7	22176,63
	Diciembre	176400	11755,45	1908,33	13663,78

Nota: Elaboración propia con información obtenida de la Facturación mensual de CENEL-EP.

Al relacionar estos valores de consumo y costos de energía eléctrica se determina una relación directa entre los mismos, como se observa en la figura 27, por tanto, se paga más si se consume más. De esta manera la forma más eficaz de reducir estos costos es consumiendo menos energía eléctrica.

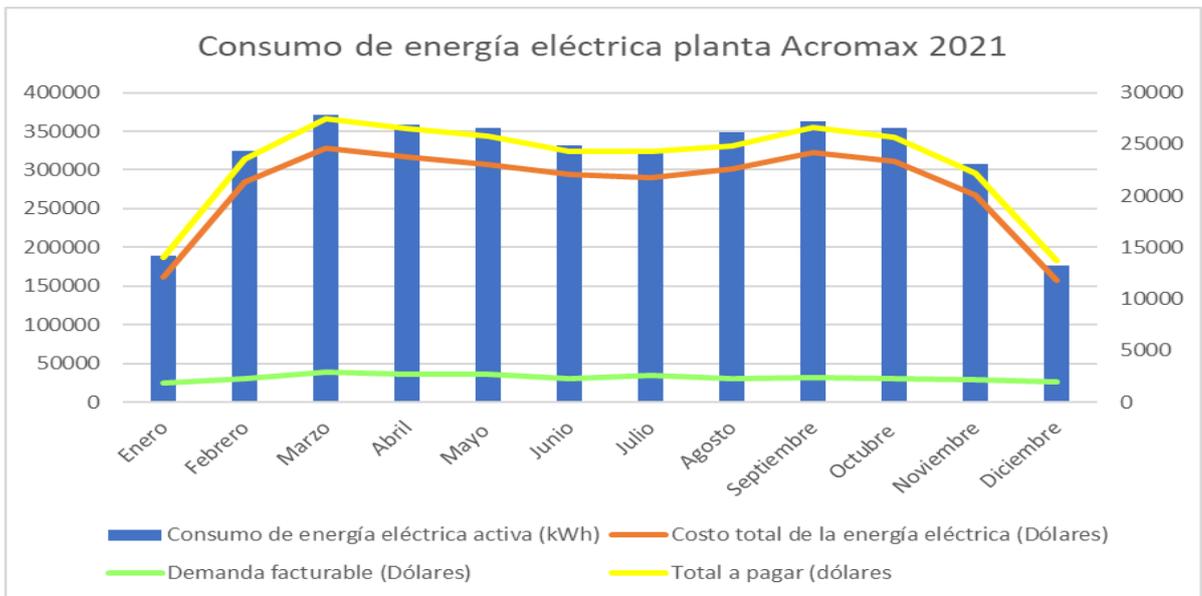


Figura 27. Consumo de energía eléctrica de planta Acromax 2021

Fuente: Elaboración propia.

Mediante estos resultados se puede observar que el consumo de energía eléctrica en la planta Acromax para el año 2021 vario desde 176400 kWh que fue el consumo más bajo, hasta 371000 kWh el consumo más alto, dando un promedio de 317041,67 kWh de consumo para el año 2021; mientras que el costo de esta energía estuvo entre \$11755,45 el mes más bajo y \$ 24625,79 el mes más alto con un promedio de \$ 20872,15 en el año 2021.

#### 4.6.1 Consumo de energía de acuerdo a los horarios.

En la tabla 23 se observa el mayor consumo de energía eléctrica en el horario de 22H00 - 08H00 de Lunes a Viernes, 22H00 -18H00 Sábado, domingo y feriados, teniendo un consumo promedio de 151550 kWh mensual. Este consumo se genera debido a que la empresa trabaja las 24 horas del día dividido en tres turnos: turno 1 de 08h00 -16h00, turno 2 16h00 – 00h00, turno 3 00h00 – 08h00, por tal motivo la mayoría de equipos pasan encendidos para poder cumplir con los planes de producción.

El segundo horario relevante que más consume energía eléctrica es de 08H00 - 18H00 Lunes a Viernes, llegando a un promedio mensual de consumo de 112350 kWh.

Tabla 23. Consumo de energía de acuerdo al horario de facturación en (kWh).

Año	Mes	Consumo de energía eléctrica activa (kWh)	08H00 - 18H00 Lunes a Viernes (kWh)	18H00 - 22H00 Lunes a Viernes (kWh)	22H00 - 08H00 Lunes a Viernes 22H00 -18H00 Sábado, domingo y feriados (kWh)	18H00 -22H00 Sábado, domingo y feriados (kWh)
2021	Enero	189000	58100	21000	99400	10500
	Febrero	324100	115500	39900	155400	13300
	Marzo	371000	133700	49700	172900	14700
	Abril	358400	129500	46200	168000	14700
	Mayo	353500	119700	41300	175000	17500
	Junio	331800	123900	42700	153300	11900
	Julio	325500	121100	44100	148400	11900
	Agosto	348600	114100	39900	176400	18200
	Septiembre	363300	135800	48300	165900	13300
	Octubre	354900	126000	42700	170100	16100
	Noviembre	308000	104300	35700	153300	14700
	Diciembre	176400	66500	22400	80500	7000

Nota: Elaboración propia con información obtenida de la Facturación mensual CNEL-EP.

En la tabla 24, así como en la figura 28 se puede notar claramente que los costos de energía en los diferentes horarios tienen una variación relacionada directamente, observando que no hay acciones para disminuir el consumo en los horarios donde el costo de energía es mucho mayor.

Tabla 24. Consumo de energía de acuerdo al horario de facturación en (dólares).

Año	Mes	Consumo de energía eléctrica activa (kWh)	08H00 - 18H00 Lunes a Viernes (Dólares)	18H00 - 22H00 Lunes a Viernes (Dólares)	22H00 - 08H00 Lunes a Viernes 22H00 - 18H00 Sábado, domingo y feriados (Dólares)	18H00 - 22H00 Sábado, domingo y feriados (Dólares)	Costo de la energía eléctrica (Dólares)
2021	Enero	189000	4735,15	1963,5	4532,647	855,75	12087,047
	Febrero	324100	9413,25	3730,65	7086,24	1083,95	21314,09
	Marzo	371000	10896,55	4646,95	7884,24	1198,05	24625,79
	Abril	358400	10554,25	4319,7	7660,8	1198,05	23732,8
	Mayo	353500	9755,55	3861,55	7980	1426,25	23023,35
	Junio	331800	10097,85	3992,45	6990,48	969,85	22050,63
	Julio	325500	9869,65	4123,35	6767,04	969,85	21729,89
	Agosto	348600	9299,15	3730,65	8043,84	1483,3	22556,94
	Septiembre	363300	11067,7	4516,05	7565,04	1083,95	24232,74
	Octubre	354900	10269	3992,45	7756,56	1312,15	23330,16
	Noviembre	308000	8500,45	3337,95	6990,48	1198,05	20026,93
	Diciembre	176400	5419,75	2094,4	3670,8	570,5	11755,45

Fuente: Elaboración propia

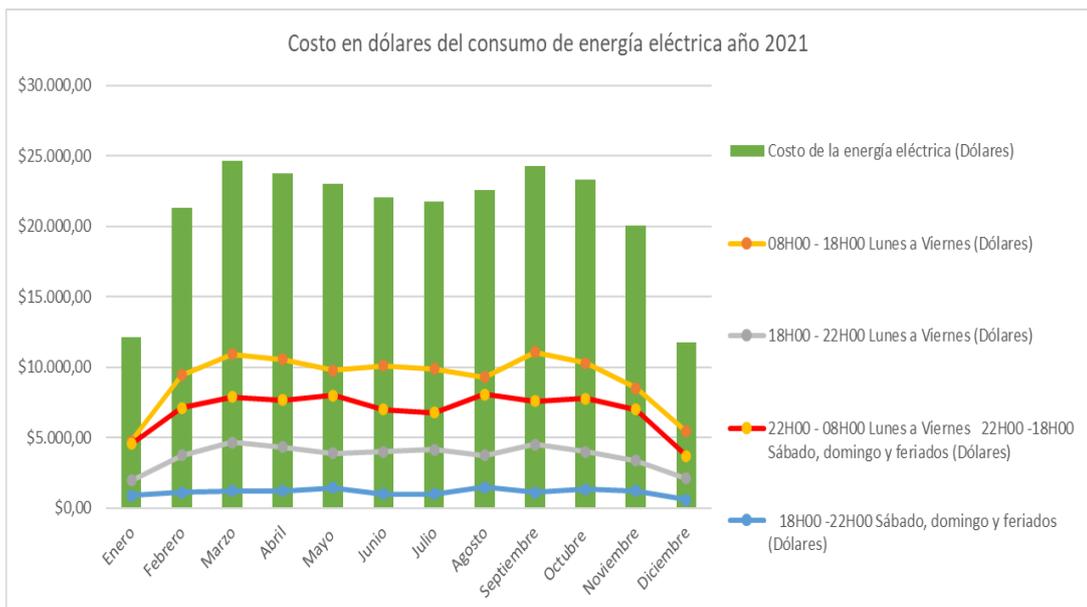


Figura 28. Costo de la energía eléctrica por horarios de consumo.  
Fuente: Elaboración propia.

### Relación en porcentaje de cada horario de consumo.

La figura 29 muestra el porcentaje de consumo de energía eléctrica en cada horario, donde el 44% de consumo es para el horario de 08h00 a 18h00 de lunes a viernes con un costo de 0,0815 \$/kWh; un 33% para el horario de 22h00 a 08h00 con un costo de 0,0456 \$/kWh; 18% para el horario de 18h00 a 22h00 de lunes a viernes con un costo de 0,0935 \$/kWh; y 5 % para el horario de 18h00 a 22h00 los sábados, domingos y feriados con un costo de 0,0815 \$/kWh. Relacionando el porcentaje de consumo en cada horario con su costo, se deduce que el horario que se debe aprovechar para el funcionamiento de equipos de alto consumo es de 22h00 a 08h00; mientras el horario que se debe evitar en lo posible consumir energía es de 18h00 a 22h00 de lunes a viernes.

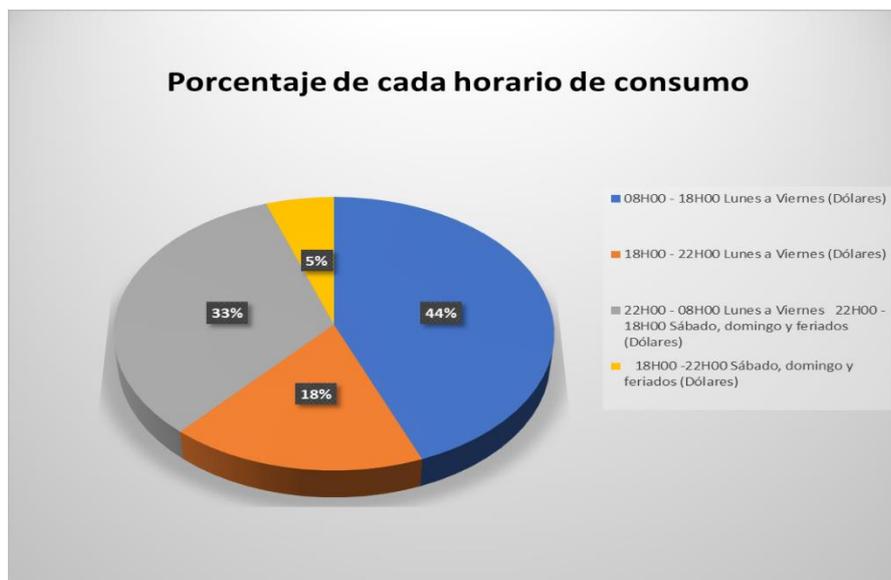


Figura 29. Porcentaje de cada horario de consumo.  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.2. Evaluación de los equipos con base al consumo de energía eléctrica

Para este análisis se dividió la planta Acromax en secciones, áreas y equipos, con sus respectivos datos técnicos y consumos; con mayor detalle esta información se encuentra en el anexo 3.

Sin embargo en la figura 30 se puede observar las áreas que consumen más energía eléctrica son apoyo crítico 46%, producción 34% y bodegas 11%, donde el área de apoyo crítico cuenta con los equipos que suministran condiciones ambientales, vapor, aire comprimido, etc. para que las áreas de producción realicen sus procesos, una vez terminado los procesos productivos, el producto final es almacenado en bodegas cumpliendo con la normativa correspondiente donde la temperatura y humedades deben ser óptimas de almacenamiento.

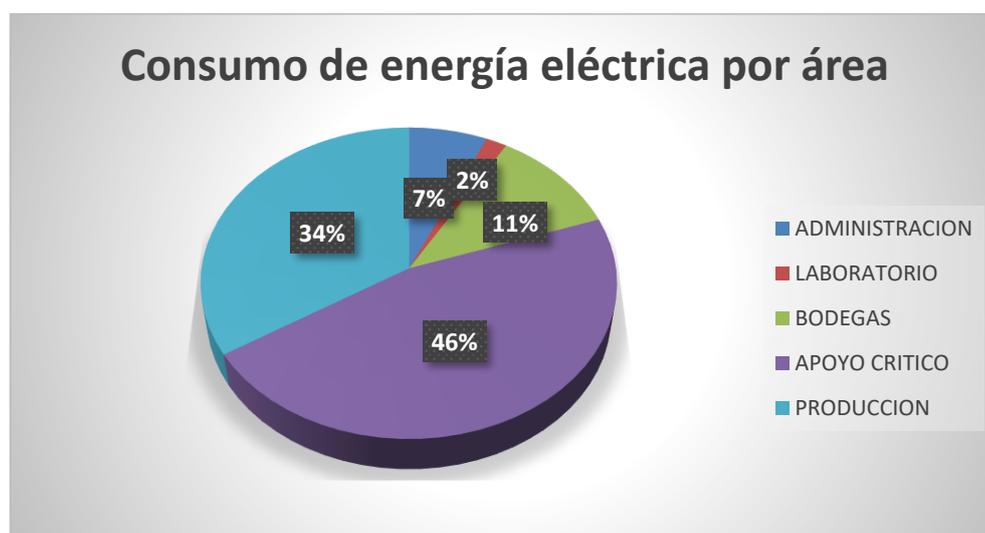


Figura 30. Consumo de energía eléctrica por área.  
Fuente: Elaboración propia.

Además, mediante la tabla 25 se visualiza los consumos en Kw.h de cada área y sus costos por un mes de facturación.

Tabla 25. Consumo de energía en un mes por área.

Áreas de planta Acromax		
Área	Kw.h	\$
Administración	25970	\$ 1.723,81
Apoyo Crítico	174370	\$ 11.574,12
Producción	Líquidos	11130 \$ 738,77
	Sólidos Orales	40810 \$ 2.708,84
	Nita	33390 \$ 2.216,32
	Inyectables	37100 \$ 2.462,58
	Semisólidos	3710 \$ 246,26
Bodegas	37100	\$ 2.462,58
Laboratorio	7420	\$ 492,52
<b>Totales Marzo 2021</b>	<b>371000</b>	<b>\$ 24.625,79</b>

Fuente: Elaboración propia

### Consumo de energía eléctrica en área de apoyo crítico.

La tabla 26 demuestra que en el área de apoyo crítico que los equipos de mayor consumo de energía eléctrica más representativos son el chiller 1, 2, 3 y 4 138882 Kw.h al mes, con un costo de \$ 9218 debido a que los chillers pasan encendidos las 24 horas todos los días del mes cuya función es producir agua helada y distribuirla a los tanques enfriadores, marmitas, intercambiadores de calor y demás equipos que requieran de agua helada además la distribución más importante es a las unidades de manejo de aire (UMA) estas son las encargadas de proveer de condiciones ambientales idóneas de temperatura y humedades para que las áreas de producción y bodegas trabajen en sus procesos de producción sin inconvenientes.

Para esta investigación se consideró el área de producción que está dividida en 5 secciones: Sólidos Orales, Inyectables, Nita, Líquidos, Semisólidos

Tabla 26. Consumo de energía en área de apoyo crítico.

Consumo de energía eléctrica en KW.h y sus costos en dolares equipos mas relevantes			
Área	Equipo	Kw.h	\$
Apoyo Critico	CHILLER # 1	20703	1374
	CHILLER # 2	20703	1374
	CHILLER # 3	33905	2250
	CHILLER # 4	63571	4220
	COMPRESOR # 1	5929	394
	COMPRESOR # 2	5754	382
	CALDERO # 1	697	46
	CALDERO # 2	697	46
	IONPRO PURIFICADOR DE AGUA	2351	156
	LOOP DE AGUA PW	4175	277
	LOOP DE AGUA WFI	1115	73
	BOMBA DE AGUA # 1	699	46
	BOMBA DE AGUA # 2	1824	121
	BOMBA DE AGUA # 3	1824	121
	OTROS EQUIPOS	10421	692
Total del mes		174370	\$ 11.573,56

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte se elaboró la tabla 27 y la figura 31 donde se indica el porcentaje del consumo de energía eléctrica durante un mes, donde se puede observar que los Chiller 1, 2, 3 y 4 representan el 79,64 %, esto indica que los chiller no son eficientes provocando consumos altos en Kw.h y por ende representan costos altos en dolares frente a los demas equipos que tambien pasan encendidos todos los dias del mes con un 20.36% del consumo en el área de apoyo crítico.

Tabla 27. Consumo de energía frente al costo mensual.

Porcentaje del consumo de energía eléctrica frente al costo mensual				
Área	Equipo	Kw.h	\$	%
Apoyo Critico	CHILLER # 1	20703	1374	11,87
	CHILLER # 2	20703	1374	11,87
	CHILLER # 3	33905	2250	19,44
	CHILLER # 4	63571	4220	36,46
	COMPRESOR # 1	5929	394	3,40
	COMPRESOR # 2	5754	382	3,30
	CALDERO # 1	697	46	0,40
	CALDERO # 2	697	46	0,40
	IONPRO PURIFICADOR DE AGUA	2351	156	1,35
	LOOP DE AGUA PW	4175	277	2,39
	LOOP DE AGUA WFI	1115	73	0,64
	BOMBA DE AGUA # 1	699	46	0,40
	BOMBA DE AGUA # 2	1824	121	1,05
	BOMBA DE AGUA # 3	1824	121	1,05
	OTROS EQUIPOS	10421	692	5,98
<b>Total del mes</b>		<b>174370</b>	<b>\$ 11.574</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia

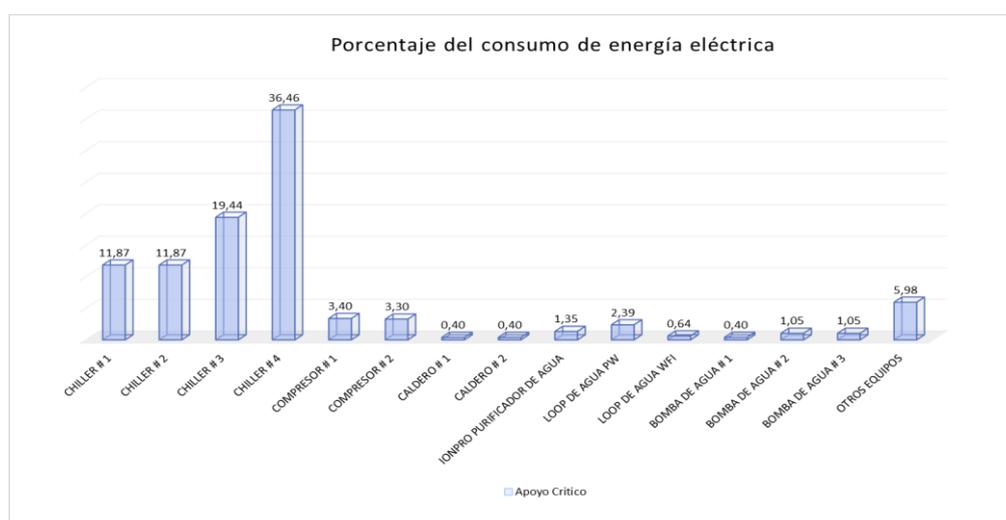


Figura 31. Porcentaje del consumo de energía eléctrica.  
Fuente: Elaboración propia.

### Consumo de energía eléctrica en área de Sólidos Orales.

En la tabla 28 se muestra el consumo de energía eléctrica en el área de producción Sólidos Orales donde los siguientes equipos tienen el mayor consumo de energía eléctrica por ende representan un costo alto en dólares originado por el uso diario; Equipo de Recubrimiento Thai Coater, Secador Lecho Fluido, Granulador Mezclador, Molino Calibrador Cónico, Blisteadora # 1, Blisteadora # 2 y al UMA #11.

Tabla 28. Consumo de energía en área de Sólidos Orales.

Consumo de energía eléctrica en KW.h y sus costos en dólares equipos mas relevantes			
Área	Equipo	Kw.h	\$
Producción Sólidos Orales	UMA # 1	1047	69
	UMA # 11	1949	129
	UMA # 14	1067	71
	UMA # 7	1067	71
	UMA 4	616	41
	EQUIPO DE RECUBRIMIENTO THAI COATER	6870	456
	SECADOR LECHO FLUIDO	4515	300
	GRANULADOR MEZCLADOR	4550	302
	MOLINO CALIBRADOR CONICO	3078	204
	MEZCLADOR DOBLE CONO	903	60
	BLISTEADORA # 1	1502	100
	BLISTEADORA # 2	2944	195
	BLISTEADORA # 3	677	45
	ENCAPSULADORA CAPSUGEL	609	40
	ENCAPSULADORA MACOFAR	994	66
	TABLETEADORA # 1	1056	70
	ESTUCHADORA # 1	559	37
	ESTUCHADORA # 2	559	37
	TORY # 1	398	26
	TORY # 2	398	26
OTROS EQUIPOS	5453	362	
Total del mes		40810	\$ 2.709,00

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, la tabla 29 y la figura 32 demuestran el porcentaje del consumo de energía eléctrica donde las UMA's 1, 4, 7, 11 y 14 tiene un porcentaje del 14.07 % de consumo mensual a pesar de que estos equipos funcionan todos los días del mes demuestran que son eficientes.

Sin embargo, el Equipo de Recubrimiento Thai Coater, Secador Lecho Fluido, Granulador Mezclador, Molino Calibrador Cónico, representan un 46.58 %

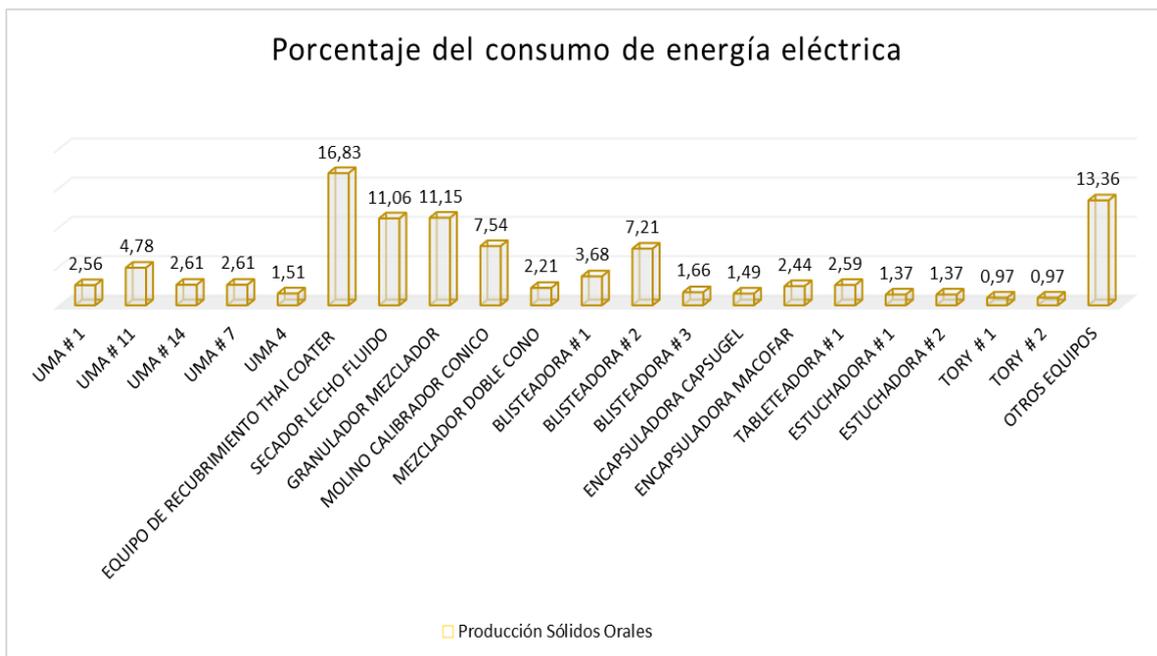
esto demuestra que estos equipos no son eficientes ya que estos equipos tienen parada por calibración y cambios de formatos de productos.

En cambio, el Mezclador Doble Cono, Blisteadora # 1, Blisteadora # 2, Blisteadora #3, Encapsuladora Capsugel, Encapsuladora Macofar Tableteadora #1, Estuchadora #1, Estuchadora #2 representan el 24.02% demostrando que no son tan eficientes.

Tabla 29. Costo mensual en producción de Sólidos Orales.

Porcentaje del consumo de energía eléctrica frente al costo mensual				
Área	Equipo	Kw.h	\$	%
Producción Sólidos Orales	UMA # 1	1047	69	2,56
	UMA # 11	1949	129	4,78
	UMA # 14	1067	71	2,61
	UMA # 7	1067	71	2,61
	UMA 4	616	41	1,51
	EQUIPO DE RECUBRIMIENTO THAI COATEF	6870	456	16,83
	SECADOR LECHO FLUIDO	4515	300	11,06
	GRANULADOR MEZCLADOR	4550	302	11,15
	MOLINO CALIBRADOR CONICO	3078	204	7,54
	MEZCLADOR DOBLE CONO	903	60	2,21
	BLISTEADORA # 1	1502	100	3,68
	BLISTEADORA # 2	2944	195	7,21
	BLISTEADORA # 3	677	45	1,66
	ENCAPSULADORA CAPSUGEL	609	40	1,49
	ENCAPSULADORA MACOFAR	994	66	2,44
	TABLETEADORA # 1	1056	70	2,59
	ESTUCHADORA # 1	559	37	1,37
	ESTUCHADORA # 2	559	37	1,37
	TORY # 1	398	26	0,97
	TORY # 2	398	26	0,97
OTROS EQUIPOS	5453	362	13,36	
Total del mes		40810	\$ 2.709,00	100

Fuente: Elaboración propia



*Figura 32. Consumo de energía eléctrica en Sólidos Orales.  
Fuente: Elaboración propia.*

### Consumo de energía eléctrica en producción Inyectables.

En la tabla 30 se muestra el consumo de energía en el área de producción Inyectables donde los equipos: Estufa Hogner, UMA # 12, Destilador Hogner, la Revisadora de Ampollas #2 y la Envasadora de Ampollas son los que tienen mayor consumo de energía ya que estos equipos pasan encendidos las 24 horas del día, además esta área trabaja todos los días del año.

*Tabla 30. Consumo de energía área de producción inyectables.*

<b>Consumo de energía eléctrica en KW.h y sus costos en dólares equipos mas relevantes</b>			
<b>Área</b>	<b>Equipo</b>	<b>Kw.h</b>	<b>\$</b>
Producción Inyectables	ESTUFA HOGNER	18249	1212
	UMA # 12	4494	298
	DESTILADOR HOGNER	3082	205
	ENVASADORA DE AMPOLLAS	1115	74
	REVISADORA DE AMPOLLAS 2	1622	108
	AUTO CLAVE # 1	811	54
	AUTO CLAVE # 2	811	54
	BLISTEADORA	679	45
	GENERADOR DE VAPOR PURO TELSTAR	335	22
	LAVADORA-SECADORA # 3	791	53
	OTROS EQUIPOS	5110	339
	<b>Total del mes</b>		<b>37100</b>

Fuente: Elaboración propia

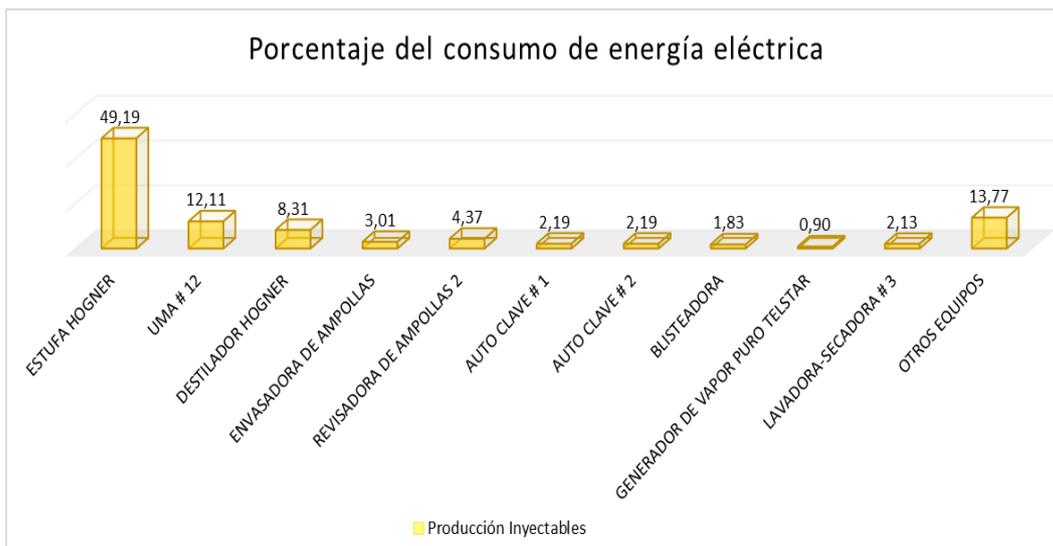
Por otra parte, en la tabla 31 y la figura 33 demuestran que el porcentaje de consumo del equipo Estufa Hogner tiene el mayor consumo al mes 49.19 % siendo un equipo que no tiene eficiencia a pesar que no pasa encendido todos los días del mes, en cuanto a la UMA #12, es el segundo equipo con mayor consumo en el área con 12.11 % se debe a que este equipo pasa encendido todos los días del mes.

El destilador Hogner, la Envasadora de Ampollas, Revisadora de Ampollas 2, Autoclave #1, Autoclave #2, Blisteadora, Generador de vapor Puro Telstar representan un 22.8 % de consumo de energía eléctrica estos equipos pasan encendidos casi todos los días demostrando eficiencia.

Tabla 31. Costo mensual en producción Inyectables.

Porcentaje del consumo de energía eléctrica frente al costo mensual				
Área	Equipo	Kw.h	\$	%
Producción Inyectables	ESTUFA HOGNER	18249	1212	49,19
	UMA # 12	4494	298	12,11
	DESTILADOR HOGNER	3082	205	8,31
	ENVASADORA DE AMPOLLAS	1115	74	3,01
	REVISADORA DE AMPOLLAS 2	1622	108	4,37
	AUTO CLAVE # 1	811	54	2,19
	AUTO CLAVE # 2	811	54	2,19
	BLISTEADORA	679	45	1,83
	GENERADOR DE VAPOR PURO TELSTAR	335	22	0,90
	LAVADORA-SECADORA # 3	791	53	2,13
	OTROS EQUIPOS	5110	339	13,77
Total del mes		37100	\$ 2.463,00	100

Fuente: Elaboración propia



**Figura 33.** Consumo de energía eléctrica en producción Inyectables.  
Fuente: Elaboración propia.

### Consumo de energía eléctrica en producción Nita.

En la tabla 32 se muestra el consumo de energía eléctrica en área de producción Nita donde los equipos Granuladora, Equipo de Recubrimiento Thai Coater, Secador de Lecho Fluído, Envasadora de Polvos, UMA # 5, Tableteadora, Ventilador 5 son los de mayor consumo, esta área también trabaja todo el año.

**Tabla 32.** Consumo de energía área Producción Nita.

<b>Consumo de energía eléctrica en KW.h y sus costos en dólares equipos mas relevantes</b>			
<b>Área</b>	<b>Equipo</b>	<b>Kw.h</b>	<b>\$</b>
Producción Nita	GRANULADORA	7682	510
	EQUIPO DE RECUBRIMIENTO THAI COATER	7127	473
	SECADOR DE LECHO FLUÍDO	6155	408
	ENVASADORA DE POLVOS	1344	89
	UMA # 5	2235	148
	TABLETEADORA	1273	84
	VENTILADOR 5	1064	71
	TABLETEADORA # 2	865	57
	MOLINO	791	53
	ESTUCHADORA 1	815	54
	OTROS EQUIPOS	4038	268
<b>Total del mes</b>		<b>33390</b>	<b>\$ 2.216,00</b>

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, en la tabla 33 y la figura 34 nos indica que la Granuladora, Equipo de Recubrimiento Thai Coater, Secador de Lecho Fluído, Envasadora de Polvos, UMA # 5, Tableteadora, Ventilador 5 representan un 80.49% estos equipos pasan encendidos todos los días del mes siendo estos eficientes en sus consumos de energía eléctrica.

Tabla 33. Costo mensual en producción Nita.

Porcentaje del consumo de energía eléctrica frente al costo mensual				
Área	Equipo	Kw.h	\$	%
Producción Nita	GRANULADORA	7682	510	23,01
	EQUIPO DE RECUBRIMIENTO THAI COATER	7127	473	21,34
	SECADOR DE LECHO FLUÍDO	6155	408	18,43
	ENVASADORA DE POLVOS	1344	89	4,02
	UMA # 5	2235	148	6,69
	TABLETEADORA	1273	84	3,81
	VENTILADOR 5	1064	71	3,19
	TABLETEADORA # 2	865	57	2,59
	MOLINO	791	53	2,37
	ESTUCHADORA 1	815	54	2,44
OTROS EQUIPOS		4038	268	12,09
Total del mes		33390	\$ 2.216,00	100

Fuente: Elaboración propia

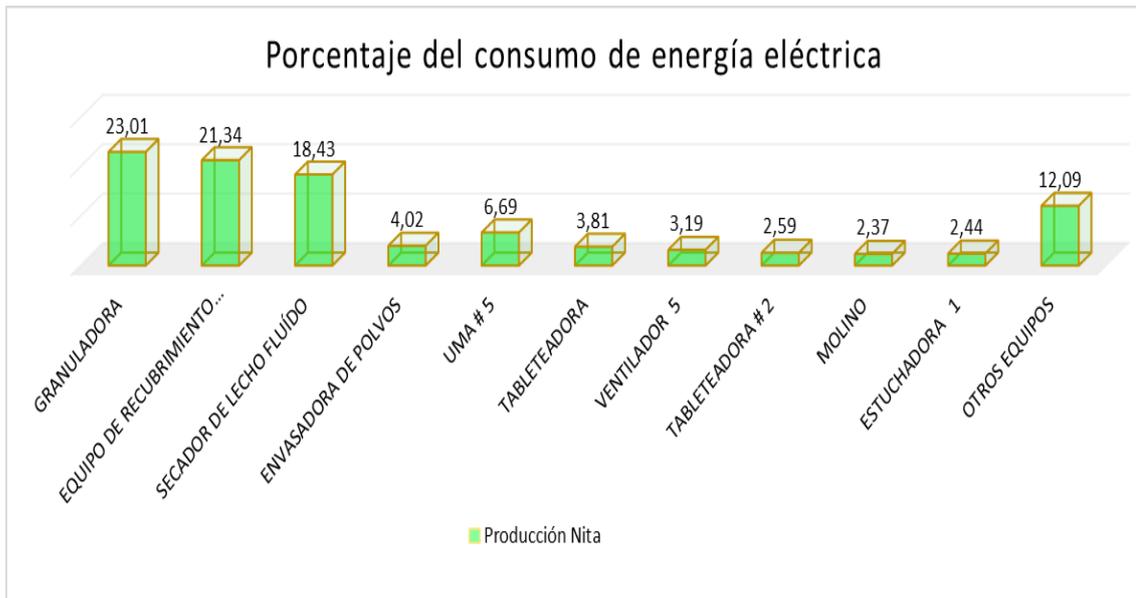


Figura 34. Consumo de energía eléctrica en Producción Nita.  
Fuente: Elaboración propia.

### Consumo de energía eléctrica en producción de líquidos.

En la tabla 34 se muestra el consumo de energía en área de producción líquidos donde los equipos de mayor consumo son: la UMA #9, y el tanque de elaboración de 2000L, esta área se caracteriza por tener solo turnos de 8 horas diarias de lunes a viernes por ende el consumo de energía eléctrica es bajo con respecto a las áreas de producción inyectables, solidos orales y nita que trabajan todos los días del año.

Tabla 34. Consumo de energía área producción líquidos.

Consumo de energía eléctrica en KW.h y sus costos en dólares equipos mas relevantes			
Área	Equipo	Kw.h	\$
Producción Líquidos	BANDA DE JARABE Y SUSPENSIONES	281	19
	BOMBA DE TRANSFERENCIA # 2	175	12
	BOMBA DE TRANSFERENCIA # 3	152	10
	ENVASADORA DE LÍQUIDO	81	5
	ENVASADORA DE LÍQUIDO	44	3
	MOLINO COLOIDAL	374	25
	TANQUE REACTOR 1000 L	912	61
	TANQUE DE ELABORACIÓN DE 2000 L	1637	109
	TANQUE CON AGITADOR 180 L	175	12
	TANQUE DE ALMACÉN. DE 2000 L # 3	725	48
	ETIQUETADORA DE FRASCOS	74	5
	ESTUCHADORA	935	62
	SOPLADORA DE FRASCOS	362	24
	BOMBA DE VACÍO DE HERMETICIDAD	142	9
	UMA 9	3765	250
	EXTRACTOR	253	17
	CODIFICADORA # 2	122	8
	ENVASADORA DE LIQUIDO 3	101	7
TANQUE DE FABRICACION 270 L	818	54	
Total del mes		11130	\$ 739,00

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, en la tabla 35 y la figura 35 demuestran que esta área trabaja de 08H00 a 00H00 en dos turnos por ende los consumos de energía eléctrica son bajos además que sus equipos son eficientes; la UMA # 9 es el único equipo que pasa encendido todos los días del mes con un 33.83 % del consumo total del área de líquidos.

Tabla 35. Costo mensual en producción Líquidos.

Porcentaje del consumo de energía eléctrica frente al costo mensual				
Área	Equipo	Kw.h	\$	%
Producción Líquidos	BANDA DE JARABE Y SUSPENSIONES	281	19	2,52
	BOMBA DE TRANSFERENCIA # 2	175	12	1,58
	BOMBA DE TRANSFERENCIA # 3	152	10	1,37
	ENVASADORA DE LÍQUIDO	81	5	0,73
	ENVASADORA DE LÍQUIDO	44	3	0,39
	MOLINO COLOIDAL	374	25	3,36
	TANQUE REACTOR 1000 L	912	61	8,19
	TANQUE DE ELABORACIÓN DE 2000 L	1637	109	14,71
	TANQUE CON AGITADOR 180 L	175	12	1,58
	TANQUE DE ALMACÉN. DE 2000 L # 3	725	48	6,51
	ETIQUETADORA DE FRASCOS	74	5	0,67
	ESTUCHADORA	935	62	8,40
	SOPLADORA DE FRASCOS	362	24	3,26
	BOMBA DE VACÍO DE HERMETICIDAD	142	9	1,28
	UMA 9	3765	250	33,83
	EXTRACTOR	253	17	2,28
	CODIFICADORA # 2	122	8	1,09
	ENVASADORA DE LIQUIDO 3	101	7	0,91
	TANQUE DE FABRICACION 270 L	818	54	7,35
	Total del mes		11130	\$ 739,00

Fuente: Elaboración propia

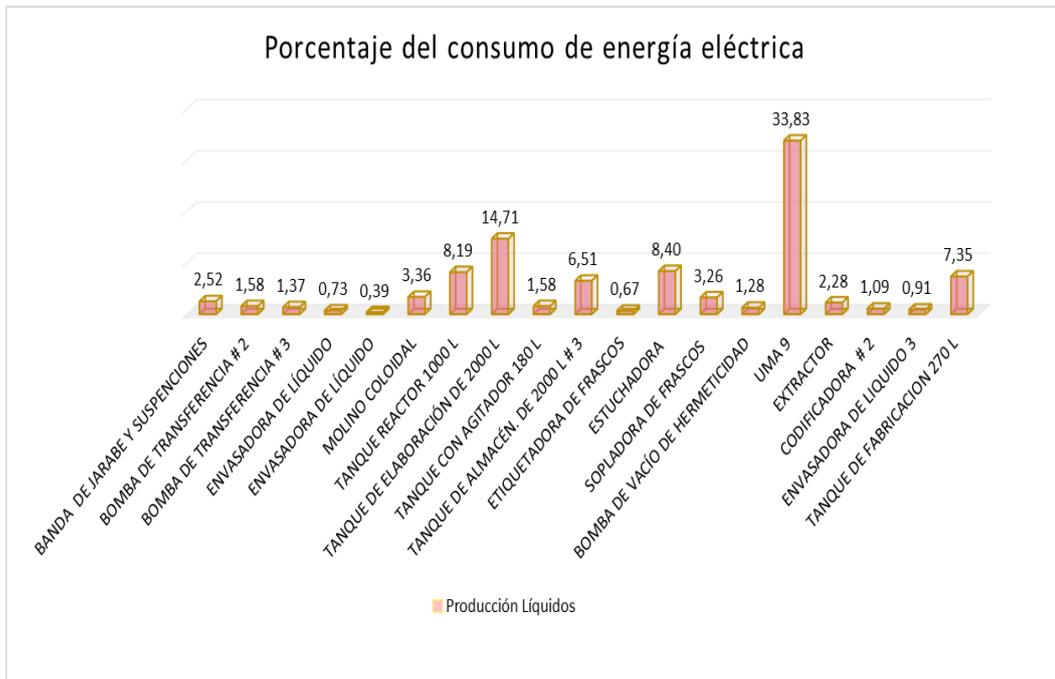


Figura 35. Consumo de energía eléctrica en producción Líquidos.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, en la tabla 36 muestra que el área de producción semisólidos tiene poco consumo de energía eléctrica esto se debe a que el área es pequeña y trabaja 8 horas de lunes a viernes, no obstante, la UMA #3 y la Envasadora de Óvulos son los equipos de mayor consumo en esa área.

Tabla 36. Consumo de energía área Producción Semisólidos.

Consumo de energía eléctrica en KW.h y sus costos en dólares equipos mas relevantes			
Área	Equipo	Kw.h	\$
Producción Semisólidos	DOSIFICADORA DE CREMAS	217	14
	MARMITA ABBE	560	37
	MARMITA LEE	224	15
	TANQUE ELABORACIÓN ÓVULOS	161	11
	GRANULADORA	140	9
	EXTRACTOR ÓVULOS	16	1
	EXTRACTOR CREMAS	16	1
	DESHUMIFICADOR	170	11
	ENVASADORA DE ÓVULOS	925	61
	BOMBA DE VACÍO	85	6
	ESTUCHADORA	224	15
	CODIFICADORA DE CAJAS	84	6
	BANDA # 2	140	9
	UMA # 3	747	50
	Total del mes		3710

Fuente: Elaboración propia

### Consumo de energía eléctrica en producción de Semisólidos.

En la tabla 37 y la figura 36 se evidencia que el área de producción de semisólidos trabaja solo un turno de 8 horas de lunes a viernes y físicamente el área es pequeña, no obstante, la UMA #3 representa el 20.13 % del consumo de energía eléctrica del área ya que este equipo pasa encendido todos los días del mes, por otra parte, la máquina que más se usa en el área es la Envasadora de óvulos con un 24.02 % de consumo de energía eléctrica.

Tabla 37. Costo mensual en producción Semisólidos.

Porcentaje del consumo de energía eléctrica frente al costo mensual				
Área	Equipo	Kw.h	\$	%
Producción Semisólidos	DOSIFICADORA DE CREMAS	217	14	5,85
	MARMITA ABBE	560	37	15,10
	MARMITA LEE	224	15	6,04
	TANQUE ELABORACIÓN ÓVULOS	161	11	4,34
	GRANULADORA	140	9	3,78
	EXTRACTOR ÓVULOS	16	1	0,44
	EXTRACTOR CREMAS	16	1	0,44
	DESHUMIFICADOR	170	11	4,58
	ENVASADORA DE ÓVULOS	925	61	24,92
	BOMBA DE VACÍO	85	6	2,29
	ESTUCHADORA	224	15	6,04
	CODIFICADORA DE CAJAS	84	6	2,27
	BANDA # 2	140	9	3,78
	UMA # 3	747	50	20,13
	Total del mes		3710	\$ 246,00

Fuente: Elaboración propia

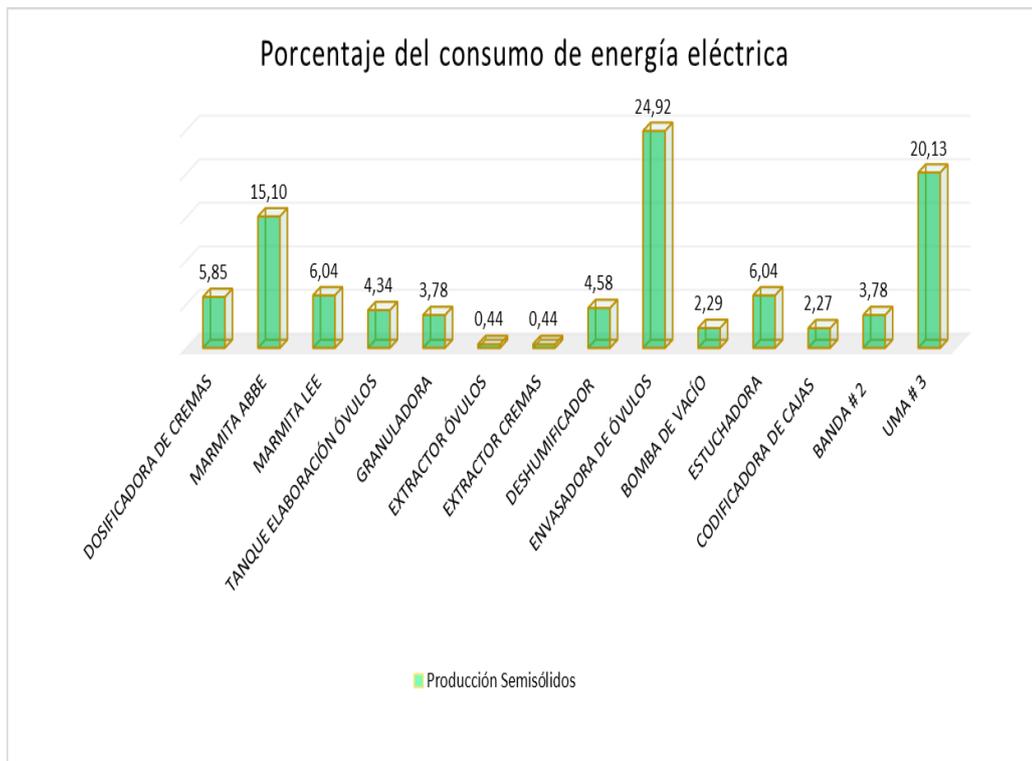


Figura 36. Consumo de energía eléctrica en producción Semisólidos.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, entre todos los resultados, los datos muestran que en todas las áreas de producción las Unidades Manejadoras de Aire UMA pasan encendidos todos los días, sin embargo, estos equipos tienen un consumo normal de energía eléctrica,

Por otro lado, se tiene que los chillers 1, 2, 3, y 4, ubicados en el área de apoyo crítico, son los que provoca el alto consumo de energía eléctrica siendo estos equipos ineficientes, cabe indicar que estos equipos están encendidos las 24 horas del día los 365 días del año.

## CONCLUSIONES

- Mediante el análisis al consumo de energía en el laboratorio Químico Farmacéutico Acromax se logró determinar que los procesos de producción que viene realizando la empresa se encuentran trabajando con normalidad, sin embargo, se pudo observar un alto consumo de energía en los cuatro chiller de la planta ya que estos equipos se encuentran operando las 24 horas del día, además a través de los resultados se pudo identificar que existe mayor consumo de energía eléctrica en las actividades diurnas.
- Por medio de la encuesta se pudo conocer que la muestra de los trabajadores desconoce sobre el tema de ahorro energético, por tanto, ellos no aplican medidas de ahorro en sus puestos de trabajo y esto se pudo reflejar en los equipo y sistemas como: las autoclaves del área estéril, thai cooter del área de solidos orales 1, uma 4, uma 13, sistema de enfriamiento de las blisteras, luces de pasillos entre otros, además se determinó que el área de producción con mayor consumo de energía eléctrica es el área de apoyo crítico donde están ubicados los chillers.
- Con base en lo expuesto se elaboró una propuesta para reducir el consumo de energía eléctrica a través de la adquisición de un nuevo chiller ya que es unos de los equipos de producción ubicado en el área de apoyo crítico que reflejo un alto consumo de energía eléctrica buscando un ahorro de 2000 kwh diarios, así mismo se propone evaluar nuevos equipos de aire acondicionado que tengan un ahorro energético significativo para la empresa.

## RECOMENDACIONES

- Actualmente se vive en un mundo industrializado donde el ahorro energético es un tema de interés social, ambiental y económico que debe ser impartido a todos los ciudadanos, ya que esto ayudará a reducir la contaminación ambiental que ha causado grandes desastres en la naturaleza; evaluar, analizar y reducir el consumo de energía eléctrica debe ser aplicado desde los hogares hasta las industrias.
- Se sugiere a la gerencia de la empresa formar un equipo de trabajo que se enfoque en el tema del ahorro energético, para que ayude a tomar conciencia sobre el ahorro de energía eléctrica; mediante campañas internas, afiches colocados dentro de la empresa, panfletos que sean entregados al ingreso de la planta, y correos electrónicos para los puestos de trabajo que tienen acceso a una computadora, de esta manera la información será comunicada a todos los trabajadores; y la sociedad conocerá que la empresa está unida al plan de ahorro energético.
- Mediante la propuesta que se elaboró para reducir el consumo de energía eléctrica se plantea un cambio de los chillers de la empresa, no obstante, también existen otras medidas que pueden ser analizadas para un futuro, como buscar otras alternativas de energía eléctrica que sean factibles de aplicar dentro de una empresa de producción, esto quedaría como sugerencia para otros trabajos investigativos.

## BIBLIOGRAFÍA GENERAL.

- Almeida Pacca, J. L., & Henrique, K. F. (2004). Dificultades y estrategias para la enseñanza del concepto de energía. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 159-166.
- Alonso-Serna, D. K. (2019). Diseño de la investigación. *Con-Ciencia Serrana Boletín Científico de la Escuela Preparatoria Ixtlahuaco*, 1(2), 19-20.
- Aragón, C. S., de Olivera Pamplona, E., & Medina, J. R. V. (2012). La eficiencia energética como herramienta de gestión de costos: una aplicación para la identificación de inversiones de en eficiencia energética, su evaluación económica y de riesgo. *Revista Digital del Instituto Internacional de Costos*, (1), 48-73.
- Becerra Pérez, M. A. (2019). Análisis de los recursos energéticos en el proceso de producción en una cervecería local.
- Beltrán-Telles, A., Morera-Hernández, M., López-Monteagudo, F. E., & Villela-Varela, R. (2017). Prospectiva de las energías eólica y solar fotovoltaica en la producción de energía eléctrica. *CienciaUAT*, 11(2), 105-117.
- Biaou, L., Langlois, P., & Chabchoub, J. (2012). Justificación de la intervención del gobierno en el mercado de eficiencia energética. Washington, D. C: Banco Interamericano de Desarrollo BID.
- Bustamante Cutipa, C. I., & Salas Castillo, A. (2018). Estudio de la eficiencia energética para el mejoramiento del uso de la energía eléctrica en una empresa embotelladora industrial de agua de la región del Cusco.
- Bringas, J. L. T., & Arballo, J. A. R. (2013). Propuesta metodológica para la implementación de una auditoría energética en una empresa maquiladora.
- Camarda, M. F. (2020). La gobernanza de la eficiencia energética: una política pública efectiva para fortalecer la transición energética hacia modelos de desarrollo económico sustentable. *Administración Pública y Sociedad (APyS)*, (9), 153-180.
- Campos, G., & Martínez, N. E. L. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Xihmai*, 7(13), 45-60.
- Canales, G. R. Q. (2019). Diseño de un modelo de planificación de la mano de obra directa para la gestión de producción de empresas farmacéuticas. *Industrial data*, 22(2), 65-74.

- Cardozo, C., Arévalos, C., Jara, M., López, G., & González, N. (2019). Aplicativo móvil para auditoría energética residencial. In *VI Simposio Argentino sobre Tecnología y Sociedad (STS 2019)-JAIIO 48 (Salta)*.
- Cargua, A. E. V., Chávez, A. K. D., Jiménez, J. A. E., & Satán, J. F. R. (2020). Manejo de quemaduras eléctricas. *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 4(1), 133-142.
- Castells, X. E. (2012). *Energía, Agua, Medioambiente, territorialidad y Sostenibilidad*. Ediciones Díaz de Santos.
- Centeno, J. E. M., Molina, L. A. V., & Castillo, G. L. (2018). Los diferentes costos que tiene la energía eléctrica en el Ecuador considerando los cambios de la estructura actual. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721*, 3(2), 29-36.
- Cevallos, G., & Mejía, H. (2020). El Sector farmacéutico en el Ecuador. *Perspectivas*.
- Cervantes De La Rosa, J. P. ., Gutiérrez Flores, A. ., Domínguez Ramírez, M. Ángel ., & Muñoz Mata, J. L. . (2022). Análisis energético y propuesta de ahorro de energía en la empresa ISGO Puebla. *Revista Electrónica Sobre Tecnología, Educación Y Sociedad*, 9(17). Recuperado a partir de <https://ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/776>
- Cuatrecasas Lluís. (2012). *Organización de la producción y dirección de operaciones*. Ediciones Díaz de Santos.
- Cleves-Osorio, J. D., Prias-Caicedoa, O. F., & Torres-Valderrama, H. C. (2015). Modelo de normalización de indicadores de desempeño energético en implementación de Sistemas de Gestión de Energía. Caso de estudio: Sector Textil. *Energética*, (46), 65-71.
- Delgado Rojas, J. O. (2016). Propuesta de auditoria energetica para reducir el consumo de energia electrica, empresa Agribrands Purina, Pimentel 2016.
- Esteban Nieto, N. (2018). Tipos de investigación.
- Enríquez, G. (2009). *Tecnologías de generación de energía eléctrica*. Camión Escolar.
- Flores, J. A., Erreyes, H. B., & Díaz, M. P. M. (2017). Costos de producción y fijación de precios en empresas artesanales. Caso de estudio: DAYANTEX. *Revista Publicando*, 4(12 (2)), 541-553.

- García, M. A. (2018). *Cómo mandar bien: Consejos para ser un buen jefe*. Ediciones Rialp.
- Gómez Sánchez, H.D., & Morales Guachamin, C.L. (2019). Auditoría Eléctrica en Industria de productos alimenticios INPROLAC S.A.
- Gutiérrez, M. P. S., & Villacreses, L. F. L. (2022). La metodología investigativa en destrezas matemática. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 15(3), 139-159.
- Gutierrez, R. E., Guerra, K. B., Haro, C. P., & Ehecarría, M. (2019). Mejora de la eficiencia energética en el proceso productivo de una empresa de tableros contrachapados. *Revista Espacios*, 40(28), 1-15.
- Hernández-Nariño, A., Medina-León, A., Nogueira-Rivera, D., Negrín-Sosa, E., & Marqués-León, M. (2014). La caracterización y clasificación de sistemas, un paso necesario en la gestión y mejora de procesos. Particularidades en organizaciones hospitalarias. *Dyna*, 81(184), 193-200.
- Jin, Y., Long, Y., Jin, S., Yang, Q., Chen, B., Li, Y., & Xu, L. (2021). An energy management maturity model for China: Linking ISO 50001: 2018 and domestic practices. *Journal of Cleaner Production*, 290, 125168.
- Ladeuth, Y. M., López, D. D., & Socarrás, C. A. (2021). Diagnóstico del consumo de energía eléctrica en la planificación de un sistema de gestión y norma técnica de calidad ISO 50001: 2011. *Información tecnológica*, 32(1), 101-112.
- López, A. D. L. (2018). La regulación de la actividad de distribución de energía eléctrica. *Revista Aragonesa de Administración Pública*, (51), 175-211.
- Mar, C.E., Barbosa M. A., & Molar J. F. (2020). Metodología de la investigación. Edición EBOOK.
- Martínez, D. V. S. (2022). Técnicas e instrumentos de recolección de datos en investigación. *TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río*, 9(17), 38-39.
- Miranda, A. C. P. (2020). Análisis del Plan Nacional de Eficiencia Energética en el Ecuador. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721*, 5(1), 28-34.
- Matos, J. F. B., Rodríguez, R. A. J., & Toledo, D. R. G. (2018). Matlab/Simulink: Modelos para simular mediciones eléctricas en circuitos r, rl y rlc monofásicos. *Roca: Revista Científico-Educaciones de la provincia de Granma*, 14(2), 102-115.

- Ministerio de Energía y Minas. (s. f). *Ecuador consolida la producción eléctrica a partir de fuentes renovables*. [https://www.recursosyenergia.gob.ec/ecuador-consolida-la-produccion-electrica-a-partir-de-fuentes-renovables/#:~:text=Bajo%20este%20precepto%2C%20es%20importante,%2C%20geotermia%2C%20entre%20otras\).](https://www.recursosyenergia.gob.ec/ecuador-consolida-la-produccion-electrica-a-partir-de-fuentes-renovables/#:~:text=Bajo%20este%20precepto%2C%20es%20importante,%2C%20geotermia%2C%20entre%20otras).)
- Nuño, P. (2017). *Tipos de procesos productivos*. *Emprende pyme*. <https://www.emprendepyme.net/tipos-de-procesos-productivos.html>
- Ojeda Paz, D. E. (2019). *Efectividad económica de las tarifas eléctricas en el sector industrial del Ecuador* (Master's thesis, Quito, Ecuador: Flacso Ecuador).
- Oqueña, E. C. Q. (2003). Una visión integral para el uso racional de la energía en la aplicación de motores eléctricos de inducción. *El hombre y la máquina*, (20-21), 52-59.
- Paredes Sánchez, J. L. (2018). *Diseño de un sistema de gestión energética en base a la ISO 50001 y su influencia en los costos en el taller Esco SRL, Cajamarca-2018*.
- Pastor, B. F. R. (2019). Población y muestra. *Pueblo continente*, 30(1), 245-247.
- Pérez, F. M., & Gassinski, L. (2022). La eficiencia energética y el papel del mantenimiento en la misma: Energy Efficiency and the Role of Maintenance on it. *Ingeniería Energética*, 43(2).
- Pernía López, N. (2019). *Auditoría energética de una empresa industrial*.
- Piedra-Mayorga, V. M., Macias, R. G., González-Romero, R. E., Rodríguez-Moreno, R., & Vázquez-Alamilla, M. A. (2022). La comunicación organizacional: Un factor para elevar la productividad en las organizaciones. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 9(17), 23-29.
- Pinto, J. E. M. (2018). *Metodología de la investigación social: Paradigmas: cuantitativo, sociocrítico, cualitativo, complementario*. Ediciones de la U.
- Piza Burgos, N. D., Amaiquema Márquez, F. A., & Beltrán Baquerizo, G. E. (2019). Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Conrado*, 15(70), 455-459.
- Poveda, M. (2007). *Eficiencia energética: recurso no aprovechado*. *OLADE. Quito*.

- Posso, F. (2000). Energía y ambiente: Pasado, presente y futuro Parte uno: Sistema Energético Basado en Fuentes Fósiles. *Geoenseñanza*, 5(2), 197-228.
- Proaño López, P. D. (2018). *Sistema integrado de eficiencia energética para optimizar los procesos de producción en la industria láctea* (Master's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Maestría en Gestión de Operaciones).
- Quijada, J. A. B. (2019). *Operaciones y procesos de producción*. Editorial Elearning, SL.
- Quiñonez, C. M., García, M. G., & Rodríguez, T. C. (2021). Suministro de energía como factor determinante de la competitividad en Pymes Ecuatorianas. *Dominio de las Ciencias*, 7(4), 255-275.
- Raffino, M. (2019). Concepto de Metodo Deductivo. *Obtenido de <https://concepto.de/metodo-deductivo-2>*.
- Reyes, E. (2022). *Metodología de la investigación científica*. Page Publishing Inc.
- Restrepo, Á. R., Nope, S. E., & Enríquez, D. E. (2018). Beneficios Económicos de la Gestión de la Demanda y la Energía Autogenerada en el Contexto de la Regulación Colombiana. *Información tecnológica*, 29(1), 105-116.
- Rodríguez, C. D. (2005). Cambio estratégico y tendencias en la prestación del servicio de energía eléctrica. *Tecnogestión: Una mirada al ambiente*, 2(1).
- Rommel Alexis B. L., & Llanes Cedeno E. A. (2020). THE GENERATION OF ELECTRICAL ENERGY FOR INDUSTRIAL DEVELOPMENT IN ECUADOR FROM THE USE OF RENEWABLE ENERGY. *Universidad Ciencia Y Tecnología*, 24(104), 36-46. <https://doi.org/10.47460/uct.v24i104.364>
- Uribe-Vélez, J., Avila-Roa, L., & Chacón-Ramírez, E. A. (2021). Sistema de gestión de energía bajo el paradigma de Industria 4.0. *Revista Ingenio*, 18(1), 33-40.
- Vásquez Stanescu, C. L., Carillo Ozal, A. G., Tona Castillo, M. E., Galíndez Jimenez, M. V., Macias Camacaro, K. A., & de Díaz, C. E. (2017). Sistema de gestión energética y ambiental de Productos Alimex CA. *Suma de Negocios*, 8(18), 115-121.
- Velasco, J. G. (2009). *Energías renovables*. Reverte.

Zambrano, E. E. A., & Real-Pérez, G. L. (2021). Las PYMES y la eficiencia energética con la ISO 50001. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(6), 674-694.

Zarzo, D., & Prats, D. (2018). Desalination and energy consumption. What can we expect in the near future?. *Desalination*, 427, 1-9.

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Encuesta a los trabajadores del área de producción.

### **ENCUESTA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA TRABAJADORES DE PRODUCCIÓN ACROMAX**

La información que se está recabando es para un trabajo de tesis que tiene como tema “Mejora de los procesos de producción para disminuir los costos de energía eléctrica en laboratorio químico farmacéutico ACROMAX”, previo la obtención del título de Magister en Producción y Operaciones industriales en la Universidad Estatal de Milagro UNEMI.

**Edad:** 18-25  26-35  36-65

**Sexo:**

**Formación del encuestado:**

1. En cuanto a temas de eficiencia energética, a su juicio ¿Cuál es el nivel de conocimiento, donde 1 se desconoce del tema y 5 se conoce ampliamente el tema?

1      2      3      4      5  
               

2. ¿A través de que medios se ha informado sobre temas de eficiencia energética?

- Prensa
- Tv
- Radio
- Internet
- Revistas especializadas
- Ministerios de gobierno
- Información de otras instituciones
- Compañero de trabajo

- Capacitación interna
  - Educación formal (estudios, material académico, escuelas, universidades)
  - Ninguna
  - Otro (especifique)
3. ¿En su área de producción se desarrollan los temas de eficiencia energética?
- Si
  - No
  - Desconozco
4. ¿Dispone de instrucciones de operación y mantenimiento de su equipo o área de trabajo?
- Si
  - No
5. En la empresa. ¿Quién desarrolla los temas de eficiencia energética?
- Gerencia general
  - Aseguramiento de la calidad
  - Sistema integrado de gestión
  - Gerencia de operaciones
  - Mantenimiento
  - Nadie
  - Desconozco
6. ¿La empresa cuenta con una planificación energética?
- Si
  - No
  - Desconozco

7. ¿La empresa cuenta con un Sistema de Gestión de la Energía?

- Si
- No
- Desconozco

8. ¿Cree usted que el proceso de producción en Acromax es?

Excelente ( )

Bueno ( )

Regular ( )

Malo ( )

9. ¿Cree usted que la empresa debe mejorar los procesos de producción?

- Si
- No
- Desconozco

10. ¿Qué acciones de eficiencia energética se han desarrollado en el área de producción en los últimos 4 años?

- Campaña de concientización a trabajadores del uso eficiente de energía.
- Realización de auditoria o diagnóstico energético en la instalación.
- Capacitación de uno o más trabajadores en temas de eficiencia energética.
- Implementación de proyectos de eficiencia energética
- Ninguna
- Desconozco

**Anexo 2.** Desarrollo de la encuesta en el área de producción.



### Anexo 3. Consumo eléctrico de áreas, secciones y equipos en Acromax.

COMSUMO DE MAQUINAS Y EQUIPOS												
ÁREA	SECCION	CODIGO	MAQUINA O EQUIPO	MARCA	AMPERIOS	VOLTAJE 1F	VOLTAJE 3F	KWH 1Ø	KWH 3Ø			
ADMINISTRACION	DEPARTAMENTO DE SISTEMAS	ADM 039	UMA 17A	N/E	7,5	220		1,32	0,00			
		ADM 040	UMA 17B	N/E	7,5	220		1,32	0,00			
		ADM 065	CENTRAL DE AIRE SISTEMAS #3	CONFORT STAR	205	220		36,08	0,00			
	GERENCIA DE PLANTA RECEPCION	ADM 034	CENTRAL DE AIRE GERENCIA DE PLANTA	N/E	7,5	220		1,32	0,00			
		ADM 060	CENTRAL DE AIRE DE RECEPCION # 2	G-AIR	16,6	220		2,92	0,00			
		ADM 028	DISPENSADOR DE AGUA # 3	SMC	5,7	110		0,50	0,00			
			ADM 033	CENTRAL DE AIRE SALA DE CONFERENCIAS	YORK	29,4	220		5,17	0,00		
			ADM 037	CENTRAL DE AIRE RECURSOS HUMANOS	CARRIER	14,5	220		2,55	0,00		
			ADM 038	DISPENSADOR DE AGUA # 6	GENERAL ELECTRIC	5,6	110		0,49	0,00		
			ADM 056	ASPIRADORA EXTERIORES	DAPAC	4,1	110		0,36	0,00		
			ADM 058	DISPENSADOR DE AGUA # 8	ELECTROLUX	5,8	110		0,51	0,00		
			ADM 059	DISPENSADOR DE AGUA # 9	ELECTROLUX	5,7	110		0,50	0,00		
			ADM 063	SPLIT DE AIRE ACONDICIONADO 2	G-AIR	8,5	220		1,50	0,00		
			ADM 064	SPLIT DE AIRE ACONDICIONADO 1	G-AIR	8,5	220		1,50	0,00		
			ADM 068	SPLIT SALA DE RECURSOS # 2	PANASONIC	7,8	220		1,37	0,00		
			ADM 069	CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO # 1	LENNOX	16	220		2,82	0,00		
			ADM 070	CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO # 2	LENNOX	16	220		2,82	0,00		
			ADM 041	UMA 19A	N/E	7,5	220		1,32	0,00		
			ADM 042	UMA 19B	N/E	7,5	220		1,32	0,00		
			COMEDOR	ADM 057	CONGELADOR # 2	ELECTROLUX	5,1	110		0,45	0,00	
	ADM 066	CONGELADOR # 3		ELECTROLUX	5,2	110		0,46	0,00			
	ADM 043	AIRE ACONDICIONADO SEGURIDAD FISICA		YORK	8,1	110		0,71	0,00			
	SEGURIDAD FISICA	ADM 073	SPLIT DE GARITA DE INGRESO	PANASONIC	7	220		1,23	0,00			
		ADM 062	SPLIT- JEFATURA DE SEGURIDAD FISICA	G-AIR	8,4	220		1,48	0,00			
	REGISTRO FARMACEUTICO	ADM 061	CENTRAL DE AIRE DE REGISTRO # 2	G-AIR	16,1	220		2,83	0,00			
	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	ADM 023	CENTRAL DE AIRE DE ASEGURAMIENTO	LG	16,4	220		2,89	0,00			
									SUMA	75,74	0,00	
									TOTAL DE CONSUMO DEL AREA DE ADMINISTRACION EN Kw/H		75,74	

ÁREA	SECCION	CODIGO	MAQUINA O EQUIPO	MARCA	AMPERIOS	VOLTAJE 1F	VOLTAJE 3F	KWH 1Ø	KWH 3Ø		
LABORATORIO	Control de Calidad	CON 003	EXTRACTOR DE SORBONA	DAYTON	6,6	110		0,58	0,00		
		CON 007	UMA # 16	NACIONAL	8,1		220	0,00	2,47		
		CON 009	SORBONA STE	DIMANLAB	8,2		220	1,44	0,00		
	Desarrollo Farmaceutico	DES 002	TABLETEADORA	PICCOLA	5,5	220		0,97	0,00		
		DES 003	BOMBO GRAJeadOR	ERWEKA	16	110		1,41	0,00		
		DES 004	BOMBA PERISTALTICA	WATSON MARLON	0,56	110		0,05	0,00		
		DES 009	CALBRADOR	COMASA	5		220	0,00	1,52		
		DES 010	GRANULADOR	COMASA	4,3		220	0,00	1,31		
		DES 015	MEZCLADOR DOBLE CONO	COMASA	5		220	0,00	1,52		
	Microbiologia	MC 006	AUTOCLAVE # 1	ESTERLOF	3	220		0,53	0,00		
		MC 009	AUTOCLAVE	HOGNER	8		220	0,00	2,44		
		MC 010	UMA 8	DUNHAM-BUSH	6,5		460	0,00	4,14		
		MC 101	CABINA DE FLUJO LAMNAR	HERAEUS	4,5	220		0,79	0,00		
		MC 116	CABINA DE FLUJO LAMNAR	PRETTL	4,6	220		0,81	0,00		
									SUMA	6,58	13,39
									TOTAL DE CONSUMO DEL AREA DE LABORATORIO EN Kw/H		19,97

ÁREA	SECCION	CODIGO	MAQUINA O EQUIPO	MARCA	AMPERIOS	VOLTAJE 1F	VOLTAJE 3F	KWH 1Ø	KWH 3Ø		
BODEGAS	BODEGA DE MATERIA PRIMA	BMP 001	IMPRESORA DE ALUMINO	MAC-PRINT	3,1		220	0,00	0,94		
		BMP 002	CALEFACTOR PARA IMPRESORA	NACIONAL	2,3	220		0,40	0,00		
		BMP 013	UMA 10	DUNHAM BUSH	7		440	0,00	4,26		
		BMP 014	UMA 15 A	DUNHAM BUSH	3		440	0,00	1,83		
		BMP 015	UMA 15 B	DUNHAM-BUSH	3,4		440	0,00	2,07		
		BMP 017	DESHUMIFICADOR 1	KENMORE	7,5	110		0,66	0,00		
		BMP 019	EQUIPO DESHUMIFICADOR 1	MUNTERS	15		220	0,00	4,57		
		BMP 020	EQUIPO DESHUMIFICADOR 2	MUNTERS	15		220	0,00	4,57		
		BMP 033	CABINA DE FLUJO LAMNAR # 1	CLEAN ROOMS	7,5	110		0,66	0,00		
		BMP 034	CABINA DE FLUJO LAMNAR # 2	CLEAN ROOMS	7,5	110		0,66	0,00		
		BMP 035	CENTRAL DE AIRE GALPON # 7	YORK	18,2	220		3,20	0,00		
		BMP 036	CENTRAL DE AIRE GALPON # 8	YORK	58,2		460	0,00	37,05		
		BMP 037	CENTRAL DE AIRE GALPON # 9	YORK	58,2		460	0,00	37,05		
		BMP 038	CENTRAL DE AIRE BMT # 1	YORK	18,5	220		3,26	0,00		
		BMP 039	CENTRAL DE AIRE BMP # 2	YORK	18,5	220		3,26	0,00		
		BMP 040	CENTRAL DE AIRE BMP	YORK	18,5	220		3,26	0,00		
		BMP 047	EXTRACTOR SERIGRAFIADO	GREENHECK	5,2	220		0,92	0,00		
		BMP 048	CENTRAL DE AIRE SERIGRAFIADO	YORK	18,5	220		3,26	0,00		
		BMP 049	EXTRACTOR DE OFICINA	HXM	0,8	110		0,07	0,00		
		BMP 050	DESHUMIFICADOR # 3	WHIRLPOOL	6,1	110		0,54	0,00		
		BMP 052	CONGELADOR # 4	WESTINGHOUSE	5,2	110		0,46	0,00		
		BMP 053	ELEVADOR	NACIONAL	6,6		220	0,00	2,01		
		BMP 054	REFRIGERADOR # 1	DUREX	3,5	110		0,31	0,00		
		BMP 059	REFRIGERADOR 2	DESMON	4,2	110		0,37	0,00		
		BMP 063	IMPRESORA DE ALUMINO 2	TECNOMACO	9,7		220	0,00	2,95		
		BMP 064	AIRE ACONDICIONADO DE CAPSULAS	LG	13	220		2,29	0,00		
		BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO	BPT 010	BANDA # 8	DAYTON	6,4	220		1,13	0,00	
	BPT 020		DISPENSADOR DE AGUA # 7	GENERAL ELECTRIC	5,6	110		0,49	0,00		
	BPT 024		CODIFICADORA # 9	HITACHI	3,8	220		0,67	0,00		
	BPT 028		PLATAFORMA NIVELADORA	BLUE GIANT	3	220		0,53	0,00		
	BPT 029		UMA # 18	DUNHAM-BUSH	5,1		460	0,00	3,25		
									SUMA	26,37	100,55
									TOTAL DE CONSUMO DEL AREA DE BODEGAS EN Kw/H		126,93

ÁREA	SECCION	CODIGO	MAQUINA O EQUIPO	MARCA	AMPERIOS	VOLTAJE 1F	VOLTAJE 3F	KWH 1Ø	KWH 3Ø
APOYO CRITICO	CALDERA	CAL 005	COMPRESOR # 2	KAESER	56,8		220	0,00	17,29
		CAL 018	CALDERO # 2	HURST	6,8		220	0,00	2,07
		CAL 019	IONPRO PURIFICADOR DE AGUA	IONPRO LX	11,6		440	0,00	7,06
		CAL 021	LOOP DE AGUA P/W	N/A	20,6		440	0,00	12,54
		CAL 022	LOOP DE AGUA WFI	N/A	11		220	0,00	3,35
		CAL 023	LOOP DE AGUA SISTEMA CHILLER	N/A	N/A	N/A	N/A	0,00	0,00
		CAL 024	ABLANDADOR CALDERO	MARLO	1,68	110		0,15	0,00
		CAL 026	SISTEMA RED DE VAPOR	NA	3	220		0,53	0,00
		CAL 027	LUMA # 6	NE	2,5	220		0,44	0,00
		CAL 028	SISTEMA RED DE DIESEL	NA	4		220	0,00	1,22
		CAL 031	EQUIPO CALENTADOR DE AGUA	HTS	2	220		0,35	0,00
		CAL 032	CALDERO # 1	HURST	6,8		220	0,00	2,07
		CAL 033	COMPRESOR # 1	KAESER	28		460	0,00	17,83
		CAL 034	FILTRO DE CARBON	RUNXIN	0,6	110		0,05	0,00
		CAL 035	FILTRO MULTIMEDIA	RUNXIN	0,35	110		0,03	0,00
		CAL 036	FILTRO DE ARENA	BROOKFIELD	0,6	110		0,05	0,00
		CAL 037	FILTRO DE CARBON 2	BROOKFIELD	0,6	110		0,05	0,00
		CAL 038	FILTRO DE RED GENERAL ABLANDADOR	RUNXIN	0,6	110		0,05	0,00
		EQE 003	GENERADOR	CATERPILLAR	N/A	N/A	N/A	0,00	0,00
		EQE 014	GENERADOR	KOHLER	N/A	N/A	N/A	0,00	0,00
		EQE 015	CHILLERS # 1	DUNHAM BUSH	97,7		460	0,00	62,20
		EQE 016	CHILLERS # 2	DUNHAM BUSH	97,7		460	0,00	62,20
		EQE 017	CUARTO DE TRANSFORMADORES DE 220 V	NA	N/A	N/A	N/A	0,00	0,00
		EQE 018	CUARTO DE TRANSFORMADORES DE 440 V	ABB	N/A	N/A	N/A	0,00	0,00
		EQE 019	CUARTO DE CELDAS	TEMI	N/A	N/A	N/A	0,00	0,00
		EQE 022	CHILLER # 3	DUNHAM BUSH	160		460	0,00	101,86
		EQE 023	SISTEMA CONTRA INCENDIO	TORNA TECH	N/A	N/A	N/A	0,00	0,00
		EQE 024	GENERADOR	CATERPILLAR	N/A	N/A	N/A	0,00	0,00
		EQE 026	SISTEMA DE PRESION CONSTANTE	N/A	N/A	N/A	N/A	0,00	0,00
		EQE 027	BOMBA DE AGUA # 1	EBARA	6,9		220	0,00	2,10
		EQE 028	BOMBA DE AGUA # 2	EBARA	18		220	0,00	5,48
		EQE 029	BOMBA DE AGUA # 3	EBARA	18		220	0,00	5,48
		EQE 030	CUARTO DE TRANSFORMADORES DE 220V # 2	N/A	N/A	N/A	N/A	0,00	0,00
	EQE 031	EXTRACTOR VESTIDORES DE HOMBRES	NE	3,2	220		0,56	0,00	
	EQE 033	EXTRACTOR DE PISO TECNICO # 1	FASCO	3,1	220		0,55	0,00	
	EQE 037	BOMBA DE AGUA # 4		18		220	0,00	5,48	
	EQE 038	CARGADOR DE BATERIAS DE MONTACARGA # 1	GNB INDUSTRIAL POWER	16		220	0,00	4,87	
	EQE 039	CARGADOR DE BATERIAS DE MONTACARGA # 2	REPLAY 24-60	7	220		1,23	0,00	
	EQE 040	CHILLER # 4	DUNHAM BUSH	300		460	0,00	190,99	
	EQE 042	BOMBA DE DIESEL	FRANKLIN ELECTRIC	5		220	0,00	1,52	
	EQE 043	BOMBA DE AGUA RECURSOS HUMANOS	FW	6,5	220		1,14	0,00	
	EQE 044	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA	NACIONAL	39,8		220	0,00	1,00	
	EQE 046	BOMBAS DE SISTEMA AGUA FRIA CHILLERS	CANTON	72,5		460	0,00	2,00	
	LAD 030	SECADORA # 12	WHIRLPOOL	3,1	110		0,27	0,00	
	LAD 032	LAVADORA # 14	WHIRLPOOL	5,2	110		0,46	0,00	
	LAD 033	SECADORA # 13	WHIRLPOOL	3,1	110		0,27	0,00	
	LAD 034	LAVADORA # 15	WHIRLPOOL	5,2	110		0,46	0,00	
	LAD 035	LAVADORA # 16	WHIRLPOOL	5,4	110		0,48	0,00	
	LAD 036	SECADORA # 14	WHIRLPOOL	3,1	110		0,27	0,00	
	LAD 037	CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO	LENNOX	19	220		3,34	0,00	
	LAD 038	LAVADORA-SECADORA # 3	WHIRLPOOL	5,4	110		0,48	0,00	
	LAD 040	LAVADORA # 17	WHIRLPOOL	3,1	110		0,27	0,00	
	MAN 002	CENTRAL DE AIRE MANTENIMIENTO	YORK	15,6	220		2,75	0,00	
MAN 006	ASPIRADORA 20	ISSA	6	110		0,53	0,00		
MAN 009	DISPENSADOR DE AGUA # 10	GENERAL ELECTRIC	5,4	110		0,48	0,00		
							SUMA	15,24	508,63
							TOTAL DE CONSUMO DEL AREA DE EXTERIORES EN Kwh	523,87	

ÁREA	SECCION	CODIGO	MAQUINA O EQUIPO	MARCA	AMPERIOS	VOLTAJE 1F	VOLTAJE 3F	KWH 1Ø	KWH 3Ø		
Produccion	Inyectables	INY 022	TANQUE DE FABRICACION 60 L	SEITZ	2,5		220	0,00	0,76		
		INY 028	DESTILADOR	HOGNER	30,4		220	0,00	9,26		
		INY 031	EXTRACTOR DE DESTILADOR	N/E	2		220	0,00	0,61		
		INY 032	LUMA 13	DUNHAM BUSH	2,8		460	0,00	1,78		
		INY 039	CODIFICADORA	HITACHI	0,75	110		0,07	0,00		
		INY 041	ENVASADORA DE AMPOLLAS	CION	11		220	0,00	3,35		
		INY 042	ESTUFA	HOGNER	180		220	0,00	54,81		
		INY 043	AUTO CLAVE # 1	HOGNER	8		220	0,00	2,44		
		INY 044	AUTO CLAVE # 2	HOGNER	8		220	0,00	2,44		
		INY 048	CODIFICADORA # 2	HITACHI	0,75	110		0,07	0,00		
		INY 049	ETIQUETADORA DE AMPOLLAS # 2	KETAN	1	220		0,18	0,00		
		INY 050	LUMA # 12	DUNHAM BUSH	21,2		460	0,00	13,50		
		INY 056	CABINA DE FLUJO LAMINAR # 2	VECO	4,8	220		0,84	0,00		
		INY 057	BUSTEADORA	MARIO A. CRICCA	6,7		220	0,00	2,04		
		INY 059	BANDA # 1 MODIFICADO	NACIONAL	4,6	110		0,40	0,00		
		INY 063	TANQUE DE FABRICACION 260L	HTS	5		220	0,00	1,52		
		INY 065	ASPIRADORA	RAINBOW	6	110		0,53	0,00		
		INY 066	CODIFICADORA # 8	HITACHI	3,2	110		0,28	0,00		
		INY 068	EXTRACTOR AREA TECNICA # 1	NACIONAL	3,2		220	0,00	0,97		
		INY 069	EXTRACTOR AREA TECNICA # 2	GREENHECK	3,2		220	0,00	0,97		
		INY 070	EXTRACTOR MINI TORY	GREENHECK	3,5	220		0,62	0,00		
		INY 072	BANDA # 6	N/E	1,6		220	0,00	0,49		
		INY 073	BANDA # 7	MSA	1,8		220	0,00	0,55		
		INY 074	BANDA # 2 CODIFICADO	NACIONAL	4,3	110		0,38	0,00		
		INY 075	CODIFICADORA # 7	HITACHI	1,5	110		0,13	0,00		
		INY 077	CABINA DE FLUJO LAMINAR # 3	DARA	4,8	220		0,84	0,00		
		INY 078	CABINA DE FLUJO LAMINAR	CLEAN ROOMS	5,1		220	0,00	1,55		
		INY 079	REVISADORA DE AMPOLLAS 2	CMP	16		220	0,00	4,87		
		INY 080	CABINA EXTRACTORA	N/E	4,5	220		0,79	0,00		
		INY 081	ETIQUETADORA DE AMPOLLAS # 3	KETAN	1,2	220		0,21	0,00		
		INY 083	ENVASADORA DE POLVOS ESTERILES	DARA	3	220		0,53	0,00		
		INY 084	GENERADOR DE VAPOR PURO	TELSTAR	3,3		220	0,00	1,00		
		INY 085	AEROBRUMER	MIDET	1,5	220		0,26	0,00		
		INY 086	LAVADORA-SECADORA # 3	HACEB	13,5	220		2,38	0,00		
									SUMA	8,51	102,91
									TOTAL DE CONSUMO DEL AREA DE INYECTABLES EN Kwh	111,42	

ÁREA	SECCION	CODIGO	MAQUINA O EQUIPO	MARCA	AMPERIOS	VOLTAJE 1F	VOLTAJE 3F	KWH 1Ø	KWH 3Ø
Producción	Líquidos	LIQ 001	BANDA DE JARABE Y SUSPENCONES	N/A	2,4		220	0,00	0,73
		LIQ 003	BOMBA DE TRANSFERENCIA # 2	WALKESHA C-SERIES	1,5		220	0,00	0,46
		LIQ 004	BOMBA DE TRANSFERENCIA # 3	WIKING	1,3		220	0,00	0,40
		LIQ 005	ENVASADORA DE LÍQUIDO	AMFAR	1,2	220		0,21	0,00
		LIQ 006	ENVASADORA DE LÍQUIDO	FLAMATIC	1,3	110		0,11	0,00
		LIQ 012	MOLINO COLoidal	TAN	3,2		220	0,00	0,97
		LIQ 014	TANQUE REACTOR 1000 L	JAGRI	7,8		220	0,00	2,37
		LIQ 015	TANQUE DE ELABORACIÓN DE 2000 L	NACIONAL	14		220	0,00	4,26
		LIQ 016	TANQUE CON AGITADOR 180 L	NACIONAL	1,5		220	0,00	0,46
		LIQ 019	TANQUE DE ALMACÉN DE 2000 L # 3	NE	6,2		220	0,00	1,89
		LIQ 020	ETIQUETADORA DE FRASCOS	WILLETT	2,2	110		0,19	0,00
		LIQ 022	ESTUCHADORA	CAM	8		220	0,00	2,44
		LIQ 023	SOPLADORA DE FRASCOS	TOVER	3,1		220	0,00	0,94
		LIQ 025	BOMBA DE VACÍO DE HERMETICIDAD	NE	4,2	110		0,37	0,00
		LIQ 026	LIMA 9	DUNHAM-BUSH	15,4		460	0,00	9,80
		LIQ 027	EXTRACTOR	GREENHECK	7,5	110		0,66	0,00
		LIQ 028	CODIFICADORA # 2	WILLETT	3,6	110		0,32	0,00
		LIQ 038	ENVASADORA DE LÍQUIDO 3	ASTER	3	110		0,26	0,00
		LIQ 039	TANQUE DE FABRICACION 270 L	SEITZ	7		220	0,00	2,13
								SUMA	2,13
TOTAL DE CONSUMO DEL AREA DE LIQUIDOS EN Kw/H								28,98	

ÁREA	SECCION	CODIGO	MAQUINA O EQUIPO	MARCA	AMPERIOS	VOLTAJE 1F	VOLTAJE 3F	KWH 1Ø	KWH 3Ø		
PRODUCCION	Nta	NIT 001	SECADOR DE LECHE FLUIDO	GLATT	35		380	0,00	18,41		
		NIT 002	GRANILLADORA	DIOSNA	40		415	0,00	22,97		
		NIT 003	GRANILLADORA	FREWITT	3,2		220	0,00	0,97		
		NIT 004	MOLINO	FITZ MILL	4,5		380	0,00	2,37		
		NIT 005	MEZCLADOR DOBLE CONO	TREVI	6,5		220	0,00	1,98		
		NIT 007	TORRE VERTICAL	NE	3,5		220	0,00	1,07		
		NIT 008	TABLETEADORA	FETTE 2000	12,5		220	0,00	3,81		
		NIT 009	EQUIPO DE RECLUBRIMIENTO	THAI COATER	35		440	0,00	21,31		
		NIT 015	TORY #3	DELVAG	3,2		220	0,00	0,97		
		NIT 017	ENVASADORA DE POLVOS	TOVER	13,2		220	0,00	4,02		
		NIT 018	SOPLADORA DE FRASCOS	TOVER	3,1		220	0,00	0,94		
		NIT 019	VENTILADOR 5	GREENHECK	5		460	0,00	3,18		
		NIT 021	ASPIRADORA	HDRO LUX	1,8	110		0,16	0,00		
		NIT 022	LIMA 2	DUNHAM-BUSH	3		460	0,00	1,91		
		NIT 024	DESHUMIFICADOR 4	WHIRLPOOL	8,4	110		0,74	0,00		
		NIT 026	ESTUCHADORA 1	CAM	8		220	0,00	2,44		
		NIT 027	BOMBA DE VACÍO	ULTIMATE VACUUM	4,2	110		0,37	0,00		
		NIT 030	CABINA DE FLUJO LAMINAR	CLEAN ROOMS	6,5	220		1,14	0,00		
		NIT 037	TANQUE AGITADOR DE 60L	NE	2,5		220	0,00	0,76		
		NIT 038	LIMA # 5	DUNHAM-BUSH	10,5		460	0,00	6,68		
		NIT 039	CODIFICADORA # 10	HITACHI	4,2	110		0,37	0,00		
		NIT 040	TABLETEADORA # 2	RVA	8,5		220	0,00	2,59		
		NIT 042	ETIQUETADORA DE FRASCOS	WILLET	2,4	220		0,42	0,00		
		NIT 043	DETECTOR DE METAL 2	CBA	1,5	220		0,26	0,00		
								SUMA	3,47	96,39	
		TOTAL DE CONSUMO DEL AREA DE NITASOXANIDA EN Kw/H								99,85	

ÁREA	SECCION	CODIGO	MAQUINA O EQUIPO	MARCA	AMPERIOS	VOLTAJE 1F	VOLTAJE 3F	KWH 1Ø	KWH 3Ø		
Producción	Semisólidos	SEM 001	DOSIFICADORA DE CREMAS	KALIX DUPUY	3,1		220	0,00	0,94		
		SEM 003	MARMITA	ABBE	8		220	0,00	2,44		
		SEM 004	MARMITA	LEE	3,2		220	0,00	0,97		
		SEM 005	TANQUE ELABORACIÓN ÓVULOS	NACIONAL	2,3		220	0,00	0,70		
		SEM 009	GRANILLADORA	FREWITT	2		220	0,00	0,61		
		SEM 010	EXTRACTOR ÓVULOS	DAYTON	0,8	110		0,07	0,00		
		SEM 011	EXTRACTOR CREMAS	DAYTON	0,8	110		0,07	0,00		
		SEM 014	DESHUMIFICADOR	WHIRLPOOL	8,4	110		0,74	0,00		
		SEM 015	ENVASADORA DE ÓVULOS	LAMP	13,2		220	0,00	4,02		
		SEM 016	BOMBA DE VACÍO	STAGES	4,2	110		0,37	0,00		
		SEM 023	ESTUCHADORA	BOSCH	3,2		220	0,00	0,97		
		SEM 026	CODIFICADORA DE CAJAS	HAPPA	1,2		220	0,00	0,37		
		SEM 032	BANDA # 2	NE	2		220	0,00	0,61		
		SEM 033	LIMA # 3	DUNHAM-BUSH	5,1		460	0,00	3,25		
								SUMA	1,25	14,88	
		TOTAL DE CONSUMO DEL AREA DE SEMISOLIDOS EN Kw/H								16,13	

ÁREA	SECCION	CODIGO	MAQUINA O EQUIPO	MARCA	AMPERIOS	VOLTAJE 1F	VOLTAJE 3F	KWH 1Ø	KWH 3Ø	
Producción	Sólidos Orales	SOL 003	DOSIFICADORA DE POLVO	UHLMANN	2,9		220	0,00	0,88	
		SOL 004	ENCAPSULADORA	CAPSUGEL	4,9		220	0,00	1,49	
		SOL 013	MEZCLADOR DE 50 KG	STOKES	3,5		220	0,00	1,07	
		SOL 015	MOLINO	DAF	3		220	0,00	0,91	
		SOL 032	GRANULADORA # 1	FREWITT	2		220	0,00	0,61	
		SOL 033	GRANULADORA # 2	FREWITT	2		220	0,00	0,61	
		SOL 034	GRANULADOR	ALEXANDER WERKE	1,9		220	0,00	0,58	
		SOL 036	MEZCLADOR BN V PEQUEÑO	BLENDER	5		110	0,44	0,00	
		SOL 040	BLISTEADORA # 1	FARCON	15,3		220	0,00	4,66	
		SOL 055	TORY # 1	DONALDSON	3,2		220	0,00	0,97	
		SOL 056	TORY # 2	DONALDSON	3,2		220	0,00	0,97	
		SOL 063	UMA 4	DUNHAM-BUSH	3		460	0,00	1,91	
		SOL 064	BOMBA DE VACÍO	STAGES	4,2		110	0,37	0,00	
		SOL 067	BLISTERA # 2	CAM	30		220	0,00	9,13	
		SOL 068	ENCAPSULADORA	MACOFAR	8		220	0,00	2,44	
		SOL 069	TABLETEADORA # 1	RVA	8,5		220	0,00	2,59	
		SOL 072	BANDA #1	DAYTON	1,4		220	0,00	0,43	
		SOL 073	ESTUCHADORA	CAM	9		220	0,00	2,74	
		SOL 074	EQUIPO DE RECUBRIMIENTO	THAI COATER	35		440	0,00	21,31	
		SOL 077	BLISTERA # 3	MARIO A. CRICCA	6,9		220	0,00	2,10	
		SOL 079	SECADOR LECHE FLUIDO	COMASA	22		460	0,00	14,01	
		SOL 080	GRANULADOR MEZCLADOR	COMASA	23,18		440	0,00	14,12	
		SOL 081	MOLINO CALIBRADOR CONICO	COMASA	15		460	0,00	9,55	
		SOL 084	MEZCLADOR DOBLE CONO	COMASA	9,2		220	0,00	2,80	
		SOL 088	CONGELADOR	ELECTROLUX	4,1		110	0,36	0,00	
		SOL 505	DETECTOR DE METAL 1	CEA	1,5		110	0,13	0,00	
		SOL 091	MEZCLADOR DOBLE CONO # 2	COMASA	9,2		220	0,00	2,80	
		SOL 092	ACONDICIONADOR DE AIRE PORTATIL	YORK	7,1		110	0,62	0,00	
		SOL 093	BOMBA DE VACIO # 4	BOECO GERMANY	1		110	0,09	0,00	
		SOL 094	BOMBA DE VACIO # 5	BOECO GERMANY	1		110	0,09	0,00	
		SOL 095	ESTUCHADORA # 1	CAM	4,5		110	220	0,00	1,37
		SOL 096	ESTUCHADORA # 2	CAM	4,5		220	220	0,00	1,37
		SOL 097	LIMPIADORA DE CAPSULAS	SEJONG	2		220	0,35	0,00	
		SOL 098	UMA # 1	DUMHAM BUSH	5,1		460	0,00	3,25	
		SOL 099	UMA # 11	DUMHAM BUSH	9,5		460	0,00	6,05	
		SOL 100	UMA # 14	DUMHAM BUSH	5,2		460	0,00	3,31	
		SOL 500	UMA # 7	DUMHAM BUSH	5,2		460	0,00	3,31	
		SOL 501	TABLETEADORA # 3	GEA	8		460	0,00	5,09	
		SOL 504	HIDROLAVADORA	NE	4		220	0,70	0,00	
		SOL 503	MOLINO CALIBRADOR # 2	COMASA	3		220	0,00	0,91	
SOL 502	DEBLISTEADORA	MEPREC	1,2		110	0,11	0,00			
						SUMA	3,26	123,34		
							TOTAL DE CONSUMO DEL AREA DE SOLIDOS ORALES EN Kw/H	126,61		

#### **Anexo 4. Propuesta de mejora**

**Tema:** Mejoras en el sistema HVAC (High Ventilation Air Conditioning) mediante la adquisición de un nuevo chiller Dunham Bush para reducir el consumo de energía eléctrica.

#### **Objetivo general:**

- Mejorar el sistema HVAC (High Ventilation Air Conditioning) mediante la adquisición de un nuevo chiller Dunham Bush para reducir el consumo de energía eléctrica.

#### **Objetivos específicos**

- Realizar un diagrama de procesos sobre el funcionamiento del sistema HVAC para conocer el trabajo que realizan los chillers.
- Establecer el alcance e impacto que tendrá la adquisición de un nuevo chiller para la planta de producción.
- Elaborar un cronograma de trabajo para conocer el tiempo y actividades que conlleva la instalación del nuevo chiller.

#### **Justificación**

El alto consumo energético se puede evidenciar a nivel mundial confirmando la importancia de la energía en la actualidad, sin embargo, este modelo energético tiene como base los combustibles fósiles; siendo este recurso no factible para el futuro, primero por el precio ecológico (efecto invernadero) y por otro lado los combustibles fósiles son finitos (García et al., 2013).

Por lo tanto, se debe actuar e iniciar un cambio sobre el uso de energía en la sociedad, mediante la concienciación del ciudadano sobre la gravedad del tema, de tal manera que se empiece a reformar los hábitos de consumo en los hogares, actividades laborales, centros de distracción, y demás actividades que desarrolla el ser humano (Vidal, 2006).

Así mismo Iturralde et al. (2021) señala “la importancia del desarrollo de fuentes renovables de energía, y una correcta utilización de los recursos

mediante la eficiencia energética”, siendo la segunda opción la forma más rápida, limpia, barata y segura de resolver el dilema energético. De tal manera se observa que el constante desarrollo tecnológico hace que un plan estratégico de eficiencia energética permita mejorar los costos de producción como una necesidad primordial en el desarrollo empresarial; logrando de esta forma ser más competitivos en el mercado tan exigente que se ha convertido la producción fármacos, donde se puede ofrecer mejores precios sin perder la calidad característica.

Con base en estos fundamentos se propone a la empresa Acromax la adquisición de un nuevo chiller Dunham Bush o equipo enfriador de agua, como uno de los pasos para comenzar a inmiscuirse en la producción más limpia y amigable con el medio ambiente, tomando en cuenta que se reducirá el consumo de la energía eléctrica; misma que al final representaría una disminución en la generación de CO<sub>2</sub>, y por ende también reduce el impacto ambiental negativo, dando a notar su responsabilidad en seguir innovando en la eficiencia energética e incluso de llegar al punto de buscar energías alternativas.

El compromiso de todos los que conforman Acromax, así como la predisposición a invertir en un nuevo enfriador de agua (chiller), es el pilar fundamental para el desarrollo de esta propuesta, además la alta gerencia está consciente de los beneficios económicos, ambientales y productivos que esto generaría, siendo un proyecto factible porque la inversión que se realiza se pagará por si sola además de los otros beneficios ya mencionados que aportaría a la empresa.

## **Proceso de condiciones ambientales en las Áreas de producción de la industria farmacéutica Acromax**

La fabricación de medicamentos y productos de la industria farmacéutica mantiene estrictas regulaciones a nivel mundial, el control del medioambiente en el que se llevan a cabo los procesos de producción y acondicionamiento de medicamentos es parte fundamental de las buenas prácticas de manufactura actual en la industria farmacéutica. En estas instalaciones de manufactura, las condiciones ambientales se predeterminan por los requerimientos de los productos por fabricar o manipular.

Uno de los factores a considerar durante la elaboración de un producto (medicamento, cosmético o alimento) es la contaminación proveniente del ambiente donde se está preparando, ya sea producción en gran escala, como se hace en los laboratorios e industrias, o en pequeña escala como ocurre en la oficina de farmacia. Esta contaminación se debe a las partículas presentes en el aire, las cuales pueden provenir del suministro del mismo, del personal y las desprendidas por los equipos y demás superficies del área de trabajo.

El aire que respiramos es un aerosol que contiene partículas de diferente tamaño (aproximadamente entre 30 y 0,1  $\mu\text{m}$  micras) cuya composición varía dependiendo del lugar, clima y época del año. Estas partículas pueden clasificarse en:

- Partículas inertes: objetos sólidos o líquidos cuyo tamaño oscila, generalmente entre 1 nm y 1 mm.
- Partículas viables: partículas inertes que llevan uno o más microorganismos capaces de reproducirse. Los microorganismos no se encuentran flotando libremente en el aire, sino que son transportados de un sitio a otro unidos a las partículas de polvo, escamas de piel, gotas de saliva, etc.

La presencia de partículas inertes y/o viables en el aire donde se está elaborando un producto puede provocar la contaminación del mismo.

Por ejemplo, si estamos elaborando un producto estéril se requiere que éste se encuentre libre de microorganismos viables, pirógenos y partículas; si elaboramos un producto oral se requiere la ausencia de patógenos y bajo número de microorganismos viables. En ambos casos se necesitan áreas

limpias, pero los requerimientos son más estrictos para los productos estériles.

La filtración es el método más utilizado para obtener aire de la calidad adecuada y para esto se emplea sistemas HVAC “High Ventilation Air Conditioning”, “Aire Acondicionado de Alta Ventilación”; son sistemas mecánicos que calientan, enfrían, filtran, secan y/o humidifican el aire introduciéndose en el espacio considerado con el objeto de lograr un aire de mayor calidad, en comparación al aire ambiental.

El sistema HVAC es capaz de controlar:

- Temperatura
- Humedad
- Presión del Área

VARIABLES QUE ESTÁN NORMADOS Y ESTANDARIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS SI ESTAS VARIABLES ESTÁN FUERA DE PARÁMETROS NO SE PUEDE FABRICAR LOS PRODUCTOS FARMACÉUTICOS.

El sistema de HVAC consiste principalmente de Unidades Manejadora de Aire (UMA) con ventiladores, motores, clamps o rejas de regulación de aire, sistemas de calefacción y/o refrigeración, ductos y difusores, seguido de Termostatos, Sistemas de deshumidificación, Prefiltros y filtros terminales HEPA o ULPA.

El sistema HVAC de Acromax está conformado por 20 UMAS y estas utilizan principalmente agua caliente y agua fría que son producidas por cuatro CHILLER o enfriadores para su funcionamiento adecuado.

La planta Acromax utiliza el sistema HVAC para mantener sus áreas de producción de fármacos operativas y dentro de parámetros las 24 horas del día por todo el año. Por lo tanto, mantener el sistema HVAC en la planta Acromax incurre en un alto costo de consumo de energía eléctrica, mediante la tabla 33 se evidencia que los chiller del sistema HVAC tienen los consumos más altos de la planta.

Tabla 38. Consumo de los cuatro chillers.

MAQUINA O EQUIPO	MARCA	AMPERIOS	VOLTAJE 3F	KW/H 3Ø
CHILLERS # 1	DUNHAM BUSH	97.7	460	62.20
CHILLERS # 2	DUNHAM BUSH	97.7	460	62.20
CHILLER # 3	DUNHAM BUSH	160	460	101.86
CHILLER # 4	DUNHAM BUSH	300	460	190.99

Fuente: Elaboración propia

### Diagrama de procesos

Mediante la figura 57 se puede apreciar cómo funcionaba el sistema HVAC de la planta Acromax con sus cuatro chiller, mientras en la figura 58 se observa el cambio que se realiza en el sistema, donde quedaría funcionando el chiller 2, 4 y el nuevo 5, mientras son eliminados los chiller 1 y 3 del sistema.

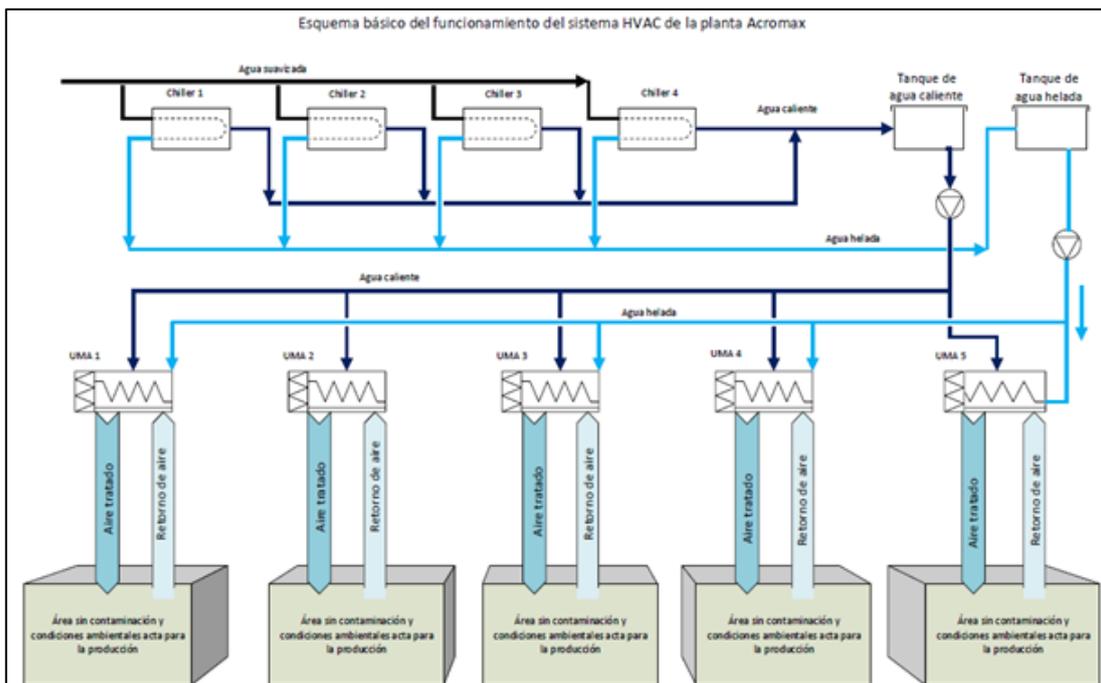


Figura 37. Sistema HVAC de la planta Acromax. Fuente: Elaboración propia.

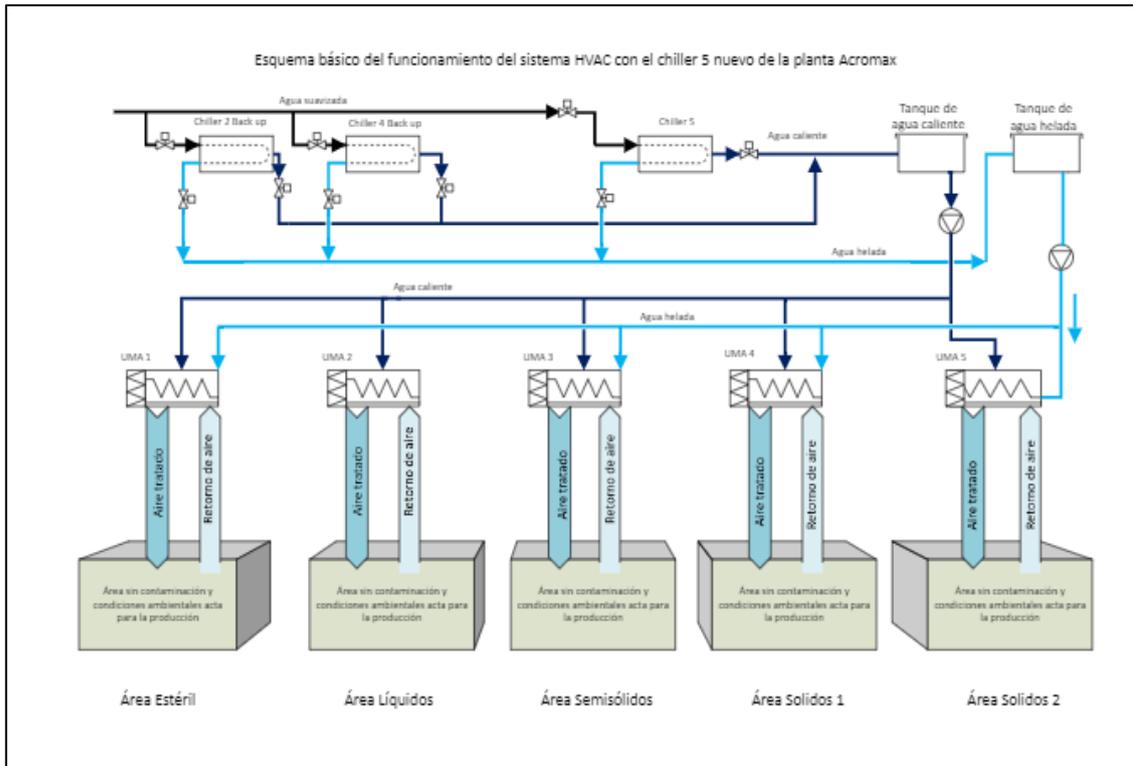


Figura 38. Nuevo chiller en el Sistema HVAC. Fuente: Elaboración propia.

### Descripción del equipo

El enfriador de agua (chiller) marca Dunham Bush modelo WCFX40TRVAR5 es un enfriador inundado de tornillo rotativo enfriados por agua de velocidad variable, con dos unidades compresoras de tornillo rotativo múltiples y accionadas por inversor que proporcionan redundancia, confiabilidad y una eficiencia de carga parcial superior fiable con niveles de sonido de funcionamiento minimizados.

Además, los compresores tienen 2 separadores de aceite integrales, optimizados para gas R134a y relación de volumen optimizada para una mejor eficiencia, no requieren arranque convencional, rotor mejorado y diseño de rodamiento anti-rotación inversa.

Posse un diseño hermético soldado sin necesidad de servicio de piezas internas, sin desmontaje y revisión periódicos del compresor y elimina las fugas de la carcasa, carga y descarga constante con un mecanismo de válvula deslizante confiable.

Posee un Evaporador/Condensador con tubos de cobre de aleta integral extraíbles y limpiables, con tres pases de agua disponibles y cabezales de agua extraíbles.

- **Conexiones de agua ranuradas Victaulic.**

Recipiente diseñado según Código ASME, aprobado y certificado por JKCP, además posee válvula(s) de alivio estándar - 3/4" FPT o 1" PPT. Capacidad total de bombeo en el condensador.

El Controlador avanzado proactivo se adapta a condiciones de funcionamiento anormales, tolerante y adaptable a condiciones extremas en la puesta en marcha. Capaz de controlar múltiples enfriadores, torres de enfriamiento, bombas, etc. Disyuntor en cada unidad de compresores múltiples. Transformadores de corriente y tensión, relé de falla de fase de bajo voltaje.

Indicadores luminosos de sobrecargas del compresor, microalarma, alimentación de control, circuito de control del compresor.

- **Eficiencia y fiabilidad**

Diseño simple para alta confiabilidad con solo dos partes giratorias no hay engranajes que fallen.

Flujo de aceite continuo asegurado a cada compresor a través de la separación integral de aceite de alta eficiencia para cada compresor.

Los enfriadores usan múltiples compresores de tornillo rotativo para confiabilidad y redundancia a prueba de fallas.

- **Eficiencia energética**

El compresor accionado por inversor proporciona una eficiencia superior y reduce el nivel de ruido a carga parcial.

Diseñado para proporcionar la mayor cantidad de enfriamiento con la menor entrada de kilovatios en todo el rango operativo de su edificio, planta, etc.

Brinda una eficiencia sobresaliente y un ahorro total de energía a través de la utilización del economizador de variador de frecuencia (VFD) y la etapa controlada por el controlador que produce una mayor capacidad con menos compresores.

Rendimiento maximizado a través de componentes combinados por computadora y múltiples compresores en un solo circuito de refrigerante.

El sistema de recuperación de aceite de alta eficiencia garantiza la eliminación del aceite arrastrado por el refrigerante y mantiene los intercambiadores de calor en su máxima eficiencia tanto con carga completa como parcial.

- **Facilidad de instalación**

El evaporador/condensador lado a lado más la disposición ajustada de los compresores de tornillo rotativo dan como resultado un entorno de trabajo extremadamente compacto. Las unidades cuentan con un diseño dividido opcional para permitir un fácil ajuste a través de cualquier puerta comercial estándar.

Dramático retorno de la inversión en la reducción de los costos de mantenimiento y revisión tanto en el tiempo de inactividad como en los gastos de mano de obra.

Facilidad de solución de problemas a través de la retención del controlador de funciones monitoreadas.

- **Compatibilidad de refrigerante.**

Diseñado para operar con HFC-134a ambientalmente seguro y económicamente inteligente con eficiencia y confiabilidad comprobadas.

- **Flexibilidad de control**

Basado en controlador con DDC (control digital directo) presenta un control de botón preciso sobre cada aspecto de la operación con características estándar integradas que permiten ahorros de energía adicionales en el arranque y durante la vida útil de su equipo.

Carga uniforme asegurada del compresor y eficiencia energética óptima a través de controles de controlador que utilizan transductores de presión para medir la presión del evaporador y del condensador.

Menores costos de energía como resultado del monitoreo automático de la carga y una mayor precisión y eficiencia en la puesta en marcha del compresor.

Supervise las funciones clave de su enfriador desde una ubicación remota con un simple módem telefónico.

Control proactivo por parte del controlador que se anticipa a los problemas y toma medidas correctivas antes de que ocurran. Los controles descargarán el(los) compresor(es) si la presión de cabeza o de succión se acerca a los límites. Esto permitirá que la unidad permanezca en la línea mientras advierte al operador sobre posibles problemas.

### **Alcance**

El tiempo estimado para la implementación del nuevo chiller es de seis meses.

El costo financiado es por parte interna de la empresa, que cuenta con los recursos económicos para este tipo de equipos tecnológicos.

Este trabajo se desarrolla en el sistema HVAC para los procesos de producción de Acromax.

Este chiller cuenta con parámetros de eficiencia energética que proporciona mayor enfriamiento consumiendo menos Kwh.

Reducir 2000 kwh diarios, esto tiene un costo en dólares de 10 al 20 % de ahorro en la factura mensual.

### **Impacto**

Menos generación de CO<sub>2</sub> tiene un impacto positivo en el ecosistema.

Trabajadores comprometidos a seguir correctamente el plan.

Menos costo de producción y mejores en el proceso de producción.

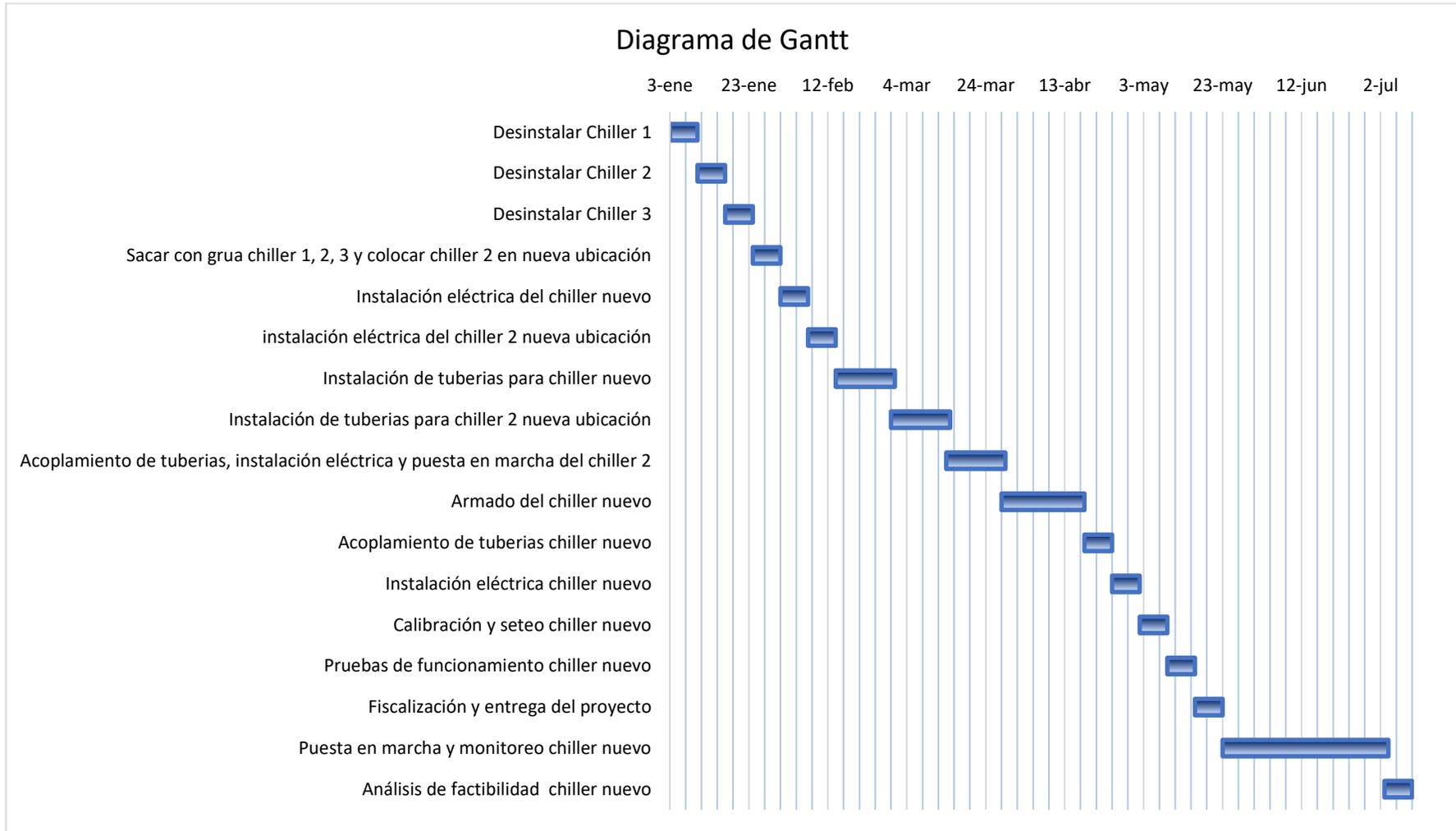
La calidad en los productos comercializados se mantiene.

## Presupuesto

Estos valores serán cubiertos por la empresa considerando que dentro de los rubros tienen fondos para la innovación de equipos tecnológicos.

<b>Gastos para la empresa</b>	<b>Cantidad</b>
Equipo	50000
Instalación	20000
Adecuación de tuberías	10000
Otros	10000
<b>Total:</b>	<b>90000</b>

## Cronograma de implementación



## Conclusión

- El sistema HVAC es de vital importancia para los procesos de producción que desarrolla Acromax, ya que abastece a las cinco áreas de trabajo, manteniendo las condiciones adecuadas para la elaboración de productos farmacéuticos que tienen requerimientos muy exigentes; este sistema funciona con chillers que abastecen las 24 horas del día con agua caliente y fría para proporcionar una calidad de aire según la necesidad del producto.
- La propuesta ya se está implementado pues fue estudiada desde el año 2021 y se la empezó a realizar en enero del presente año, evidenciando ya resultados sobre la reducción de energía eléctrica en la factura del mes de junio, donde el consumo bajo de \$ 28000 a \$ 20000 , provocando un impacto económico significativo para la empresa, y mejoras en los procesos de producción con la adquisición de un nuevo chiller que reemplaza el trabajo de dos chiller.
- El tiempo estimado para la implementación del nuevo chiller fue de seis meses, mismo que fue realizado con el presupuesto que apporto la empresa y ya empezó a generar beneficios económicos con la reducción del consumo de energía, sin embargo, es un proyecto que todavía está en seguimiento para conocer realmente su factibilidad.

## **Bibliografía**

García, O. P., Gómez, S. E. G., & Martínez, Y. (2013). La gestión energética en el contexto empresarial cubano. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, (2013\_02).

Iturralde Carrera, L. Á., Monteagudo Yanes, J. P., & Castro Perdomo, N. A. (2021). La eficiencia energética y la competitividad empresarial en América del norte. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(5), 479-489.

Vidal, P. G. (2006). Energías renovables la necesidad de un cambio energético. *Sumuntán*, (23), 9-18.

## Anexos

### Anexo 1.- Nuevo Chiller Dunham Bush WCFX-V

