

Plan de mejoramiento de los procesos productivos de la empresa FAICO S.A.S.

Erika Julieth Hernández Medina

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director

Elidia Esther Galviz Muñoz

Magister en Ingeniería Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2018

Dedicatoria

A Dios por sus infinitas bendiciones,

A mis padres y mi hermanito por su amor y apoyo incondicional

para hacer este sueño realidad.

Agradecimientos

A Dios por la vida, por la salud, por la maravillosa familia que me ha regalado y por sus infinitas bendiciones.

A mi familia por su amor, dedicación y apoyo incondicional para alcanzar esta meta.

A mi novio por su compañía incondicional y motivación para alcanzar este logro.

A mis amigos por el apoyo y acompañamiento durante este proceso.

A mi directora de proyecto por su dedicación y colaboración a lo largo de este proyecto.

A la UIS por las enseñanzas recibidas en mi formación como profesional y como persona.

A la familia FAICO por la confianza, apoyo y disposición en el desarrollo de este proyecto.

Y a todas las personas que hicieron posible este logro.

Contenido

Introducción	20
1. Generalidades de la empresa.....	22
1.1 Identificación de la empresa	22
1.2 Objeto social	22
1.3 Localización	23
1.4 Reseña histórica	24
1.5 Direccionamiento estratégico.....	25
1.6 Estructura organizacional.....	26
1.7 Mapa de procesos.....	27
1.8 Portafolio de productos	27
2. Generalidades del proyecto.....	31
2.1 Planteamiento del problema.....	31
2.2 Alcance del proyecto.....	32
2.3 Objetivos	32
2.3.1 Objetivo general.....	32
2.3.2 Objetivos específicos	32
2.4 Metodología del proyecto	33
3. Marco de referencia	36
3.1 Marco de antecedentes	36
3.2 Marco teórico	38
3.2.1 Mejoramiento de procesos	39

3.2.2 Diagrama de procesos.....	40
3.2.3 Diagrama de recorrido.....	42
3.2.4 Diagrama de Pareto.....	42
3.2.5 Estudio de tiempos.....	43
3.2.6 Análisis de capacidad.....	45
4. Diagnóstico de la empresa	46
4.1 Metodología del diagnóstico.....	46
4.2 Descripción del proceso productivo.....	47
4.2.1 Fundición de rejillas.....	48
4.2.2 Fundición de cilindros.....	48
4.2.3 Producción de óxido de plomo	48
4.2.4 Mezclado.....	49
4.2.5 Empastado.....	49
4.2.6 Curado.....	49
4.2.7 Cepillado	49
4.2.8 Ensobrado	50
4.2.9 Formación de grupos.....	50
4.2.10 Soldadura de grupos.....	50
4.2.11 Troquelado	50
4.2.12 Ensamble de la caja.....	50
4.2.13 Soldadura intercelda.....	51
4.2.14 Termosellado.....	51
4.2.15 Rellenado de bornes.....	51

4.2.16 Llenado de ácido.....	51
4.2.17 Carga.....	51
4.2.18 Maquillaje.....	52
4.2.19 Empaque.....	52
4.3 Diagrama de operaciones.....	52
4.4. Diagrama de recorrido.....	53
4.5 Análisis de garantías.....	53
4.5.1 Resultados del análisis de garantías.....	54
4.6 Estudio de tiempos.....	58
4.7 Análisis de capacidad.....	63
4.7.1 Resultados del análisis de capacidad.....	64
4.8 Fallas de la maquinaria.....	69
4.8.1 Resultados del análisis de fallas de la maquinaria.....	69
5. Plan de mejoramiento.....	71
5.1 Propuesta 1 Reestructurar los procesos en la línea de ensamble.....	72
5.1.1 Descripción de la problemática.....	72
5.1.2 Objetivo de la propuesta.....	72
5.1.3 Descripción de la propuesta.....	73
5.1.4 Plan de implementación.....	73
5.2 Propuesta 2 Adecuación de los moldes de la rejilladora.....	74
5.2.1 Descripción de la problemática.....	74
5.2.2 Objetivos de la propuesta.....	75
5.2.3 Descripción de la propuesta.....	75

5.2.4 Plan de implementación.....	75
5.3 Propuesta 3 Manuales de procedimientos.....	76
5.3.1 Descripción de la problemática.....	76
5.3.2 Objetivo de la propuesta	76
5.3.3 Descripción de la propuesta.....	77
5.3.4 Plan de implementación.....	77
5.4 Propuesta 4. Plan de mantenimiento preventivo.....	78
5.4.1 Descripción de la problemática.....	78
5.4.2 Objetivo de la propuesta	78
5.4.3 Descripción de la propuesta.....	78
5.4.4 Plan de implementación.....	78
5.5 Propuesta 5. Redistribución de planta.....	79
5.5.1 Descripción de la problemática.....	79
5.5.2 Objetivos de la propuesta.....	80
5.5.3 Descripción de la propuesta.....	80
5.6 Propuesta 6. Instalación de sensor en el molino	80
5.6.1 Descripción de la problemática.....	80
5.6.2 Objetivo de la propuesta	80
5.6.3 Descripción de la propuesta.....	81
6. Implementación de las propuestas	81
6.1 Propuesta 1 Reestructurar los procesos en la línea de ensamble	81
6.1.1 Fase 1. Evaluación y reestructuración de los procesos de la línea de ensamble.....	81
6.1.2 Fase 2. Implementación de la propuesta.....	82

6.1.3 Fase 3. Evaluación de los resultados.....	83
6.2 Propuesta 2 Adecuación de los moldes de la rejilladora.....	84
6.2.1 Fase 1. Evaluación de falla por plaqueta desprendida.	84
6.2.2 Fase 2. Diseño de reestructuración de los moldes de la rejilla	84
6.2.3 Fase 3. Implementación de la propuesta.....	84
6.2.4 Fase 4. Evaluación de los resultados.....	85
6.3 Propuesta 3 Manuales de procedimientos.....	85
6.3.1 Fase 1. Recolección de la información de los procesos automatizados.....	86
6.3.2 Fase 2. Elaboración de los procedimientos.....	86
6.3.3 Fase 3. Revisión y aprobación	87
6.3.4 Fase 4. Implementación.	88
6.3.5 Fase 5. Seguimiento y control.....	88
6.4 Propuesta 4. Plan de mantenimiento preventivo.....	88
6.4.1 Fase 1. Revisión de la hoja de vida de las máquinas	89
6.4.2 Fase 2. Lista de fallas encontradas en los formatos	89
6.4.3 Fase 3. Diseño de plan de mantenimiento preventivo.	89
6.4.4 Fase 4. Implementación	90
6.4.5 Fase 5. Evaluación de resultados	90
7. Indicadores de gestión.....	91
7.1 Indicador <i>Variación del tiempo en el proceso de ensamble</i>	92
7.2 Indicador <i>Porcentaje de garantías recibidas por sobres rotos</i>	94
7.3 Indicador <i>Variación del tiempo de procesamiento de la pasta</i>	95
7.4 Indicador <i>Porcentaje de desperdicio de rejillas en el proceso de empaste</i>	97

7.5 Indicador <i>Porcentaje de garantías recibidas por plaquetas desprendidas</i>	100
7.6 Indicador <i>Porcentaje de garantías recibidas</i>	102
7.7 Indicador <i>Porcentaje de paradas por fallas en la maquinaria</i>	103
8. Conclusiones.....	105
9. Recomendaciones	106
Referencias bibliográficas.....	108

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Cumplimiento de objetivos</i>	21
Tabla 2. <i>Información general de la empresa FAICO S.A.S</i>	22
Tabla 3. <i>Productos fabricados por FAICO S.A.S. para equipos livianos</i>	28
Tabla 4. <i>Productos fabricados por FAICO S.A.S. para equipos pesados</i>	29
Tabla 5. <i>Metodología</i>	34
Tabla 6. <i>Símbolos para la elaboración de un diagrama de procesos</i>	41
Tabla 7. <i>Clasificación de las baterías</i>	58
Tabla 8. <i>Resumen de tiempos tipo de la fabricación de la materia prima de una batería</i>	61
Tabla 9. <i>Resumen de tiempos tipo del ensamble de una batería</i>	62
Tabla 10 <i>Plan de implementación de la reestructuración de los procesos en la línea de ensamble</i>	73
Tabla 11. <i>Plan de implementación de la adecuación de los moldes de la rejilladora</i>	75
Tabla 12. <i>Plan de implementación de los manuales de procedimientos</i>	77
Tabla 13. <i>Plan de implementación del plan de mantenimiento preventivo</i>	79
Tabla 14. <i>Ficha técnica del indicador variación del tiempo del proceso de ensamble</i>	92
Tabla 15. <i>Variación del tiempo en el proceso de ensamble</i>	93
Tabla 16. <i>Ficha técnica del indicador porcentaje de garantías recibidas por sobres rotos</i>	94
Tabla 17. <i>Ficha técnica del indicador variación del tiempo de procesamiento de la pasta</i>	95
Tabla 18. <i>Ficha técnica del indicador porcentaje de desperdicio de rejillas en el proceso de empaste</i>	97
Tabla 19. <i>Porcentaje de desperdicio de rejillas en el proceso de empaste</i>	98

Tabla 20. <i>Costo de las rejillas dañadas en el proceso de empaste</i>	99
Tabla 21. <i>Ficha técnica del indicador porcentaje de garantías recibidas por plaquetas desprendidas</i>	101
Tabla 22. <i>Ficha técnica del indicador porcentaje de garantías recibidas</i>	102
Tabla 23. <i>Ficha técnica del indicador porcentaje de paradas por fallas en la maquinaria</i>	103

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Ubicación de la planta de producción de la empresa FAICO S.A.S.	23
<i>Figura 2</i> Organigrama de la empresa FAICO S.A.S.....	26
<i>Figura 3</i> Mapa de procesos de la empresa FAICO S.A.S.	27
<i>Figura 4</i> Etapas del proceso productivo de la empresa FAICO S.A.S.....	47
<i>Figura 5</i> Baterías defectuosas por referencia	54
<i>Figura 6</i> Tipos de falla de las baterías.....	55
<i>Figura 7</i> Diagrama de pareto de las causas de falla.	55
<i>Figura 8</i> Análisis de capacidad ensamble de baterías familia 1	65
<i>Figura 9</i> Análisis de capacidad ensamble de baterías familia 2.....	66
<i>Figura 10</i> Análisis de capacidad ensamble de baterías familia 3	67
<i>Figura 11</i> Análisis de capacidad ensamble de baterías familia 4.....	68
<i>Figura 12</i> Porcentaje de paradas por fallas en la maquinaria.	69
<i>Figura 13</i> Comportamiento de las máquinas durante el mes de septiembre.	70
<i>Figura 14</i> Atascamiento de las rejillas en la empastadora	74
<i>Figura 15</i> Diagrama de operaciones de la línea ensamble reestructurado.	82
<i>Figura 16</i> Comparación del proceso de la línea de ensamble antes y después de la implementación de la propuesta 1.....	83
<i>Figura 17</i> Molde de la rejilladora después de la implementación de la propuesta 2.....	84
<i>Figura 18</i> Comparación de las rejillas antes y después de la implementación de la propuesta 2	85
<i>Figura 19</i> Formato de manual de procedimientos	87

<i>Figura 20</i> Capacitación manuales de procedimientos	88
<i>Figura 21</i> Información contenida en el AMEF	89
<i>Figura 22</i> Capacitación plan de mantenimiento preventivo.....	90
<i>Figura 23</i> Variación del tiempo en el proceso de ensamble.....	93
<i>Figura 24</i> Variación del tiempo de procesamiento de la pasta.....	96
<i>Figura 25</i> Porcentaje de desperdicio de rejillas en el proceso de empaste.....	98
<i>Figura 26</i> Costo de las rejillas dañadas en el proceso de empaste.. ..	100
<i>Figura 27</i> Porcentaje de paradas por fallas en la maquinaria.	104

Lista de apéndices

Apéndice A. Diagrama de operaciones.....	43
Apéndice B. Diagrama de recorrido.....	43
Apéndice C. Formato análisis técnico por reclamo de garantías.....	43
Apéndice D. Base de datos de garantías.....	43
Apéndice E. Estudio de tiempos por cronómetro.....	49
Apéndice F. Formato de suplementos.....	49
Apéndice G. Análisis de capacidad.....	52
Apéndice H. Formato análisis de fallo de maquinaria.....	57
Apéndice I. Análisis de falla de máquinas	
Apéndice J. Diagrama de operaciones del proceso de ensamble reestructurado	
Apéndice K. Propuesta de redistribución de planta.....	65
Apéndice L. Procedimiento del proceso de soldadura intercelda	70
Apéndice M. Procedimiento para la elaboración de la pasta.....	70
Apéndice N. Procedimiento para la elaboración de rejillas.....	70
Apéndice O. Procedimiento del proceso de termosellado.....	70
Apéndice P. Procedimiento para la elaboración de óxido de plomo.....	70
Apéndice Q. Plan de mantenimiento preventivo.....	72
Apéndice R. Estudio de tiempos línea de ensamble después de la reestructuración.....	74
Apéndice S. Estudio de tiempos procesamiento de la pasta.....	77
Apéndice T. Desperdicios proceso de empaste	

Apéndice U. Paradas por fallas en la maquinaria después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo

Resumen

Título: Plan de mejoramiento de los procesos productivos de la empresa FAICO S.A.S*

Autor: Erika Julieth Hernández Medina **

Palabras claves: mejoramiento, estudio de tiempos, indicadores, baterías, garantías, productividad.

Descripción:

FAICO S.A.S es una empresa santandereana con más de 50 años en el mercado, orientada a la fabricación y comercialización de acumuladores eléctricos plomo-ácido de libre mantenimiento y con mantenimiento para equipos livianos y pesados. En la búsqueda de satisfacer a sus clientes, aumentar su productividad y lograr un mejor posicionamiento en el mercado, ha visto la oportunidad de intervenir sus procesos.

Este proyecto se originó con la intención de responder al compromiso de FAICO S.A.S. con la satisfacción de sus clientes y el mejoramiento continuo. En primera instancia, se realizó un acercamiento con la empresa para conocer el proceso de producción actual; seguidamente, se realizó un diagnóstico mediante herramientas cuantitativas y cualitativas para identificar los principales problemas. Dentro de estos se identificaron, los largos movimientos dentro de la planta, las paradas frecuentes por fallas en la maquinaria, resultados inestables por falta de estandarización de los procesos, productos defectuosos, reprocesos, desconocimiento de los tiempos de producción y capacidad de la planta.

Una vez recolectada y analizada esta información se diseñó e implementó un plan de mejoramiento con el fin de contribuir a la solución de dichos problemas y se establecieron los indicadores de gestión para evaluar los resultados de las mejoras implementadas y para apoyar la toma de decisiones futuras.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de estudios Industriales y Empresariales. Director Elidia Esther Galviz Muñoz, Magister en Ingeniera Industrial.

Abstract

Title: Plan for the improvement of the productive processes of the company FAICO S.A.S.

Authors: Erika Julieth Hernández Medina *

Keywords: Improvement, study of times, indicators, batteries, warranty, productivity**

Description:

FAICO S.A.S. is a Santander company with more than 50 years in the market, oriented to the manufacture and commercialization of lead-acid electric accumulators of free maintenance and maintenance for light and heavy equipment. In the quest to satisfy its customers, increase its productivity and achieve a better positioning in the market, has seen the opportunity to intervene its processes.

This project originated with the intention of responding to the commitment of FAICO S.A.S. with the satisfaction of its customers and continuous improvement. In the first instance, an approach was made with the company to learn about the current production process; then, a diagnosis was made using quantitative and qualitative tools to identify the main problems. Within these were identified, the long movements within the plant, the frequent stops due to machinery failures, the unstable results due to the lack of standardization of the processes, defective products, reprocessing, the ignorance of the production times and the capacity of plant.

Once this information was collected and analyzed, an improvement plan was designed and implemented in order to contribute to the solution of said problems and management indicators were established to evaluate the results of the improvements implemented and to support future decision making.

* Bachelor thesis

** Faculty of Physical – Mechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Director: Elidia Esther Galviz Muñoz, Magister en Ingeniera Industrial.

Introducción

En la actualidad, las organizaciones se enfrentan a un entorno cada vez más competitivo en donde “la implacable presión por brindar una mejor calidad a menor precio ha hecho que revisen continuamente todos los aspectos de sus operaciones” (Krajewski & Ritzman, 2000, pág. 110).

FAICO S.A.S es una empresa santandereana con más de 50 años en el mercado, dedicada a la fabricación y comercialización de acumuladores eléctricos plomo-ácido para equipos livianos y pesados. A lo largo de su trayectoria siempre se ha preocupado por buscar estrategias que le permitan satisfacer a sus clientes y lograr un mejor posicionamiento en el mercado.

La falta de documentación y estandarización en sus procesos, las paradas frecuentes por fallas en la maquinaria y los movimientos innecesarios dentro de la planta han generado grandes inconvenientes en la eficiencia del sistema productivo de la empresa. Esto se ha visto reflejado en sobrecostos y el ingreso de baterías por garantías. Con base en lo anterior, este proyecto surge como respuesta al interés de FAICO S.A.S. por mejorar su sistema productivo.

El desarrollo del presente proyecto inicia con un diagnóstico por medio de herramientas cuantitativas y cualitativas para conocer el estado inicial de la empresa; con esta información se identificaron los principales problemas, se establecieron propuestas de mejora y se implementaron las aprobadas por la gerencia; con el fin de evaluar la efectividad de las mejoras implementadas se diseñaron y aplicaron una serie de indicadores que permiten comparar los procesos antes y después de ser intervenidos.

Cumplimiento de los objetivos

Tabla 1.

Cumplimiento de objetivos

Objetivos	Cumplimiento
1. Elaborar un diagnóstico de los procesos productivos de la empresa FAICO S.A.S. para identificar deficiencias en los procesos.	Capítulo 4
2. Diseñar un plan de mejoramiento para los procesos productivos a partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico de la empresa FAICO S.A.S.	Capítulo 5
3. Implementar las mejoras propuestas aprobadas por la gerencia de la empresa.	Capítulo 6
4. Diseñar e implementar un sistema de indicadores de gestión que permita evaluar el impacto de las mejoras realizadas.	Capítulo 7

1. Generalidades de la empresa

1.1 Identificación de la empresa

Tabla 2.

Información general de la empresa FAICO S.A.S

Razón social	FÁBRICA ÍTALO COLOMBIANA DE BATERÍAS, FAICO S.A.S.
NIT	890.203.904 – 4
Representante Legal	Martin Carlos Alberto Cadena León
Teléfono	+57 (7) 6466188

1.2 Objeto social

FAICO S.A.S. es una empresa orientada a la fabricación, ensamble y comercialización de baterías, máquinas, aparatos y artefactos mecánicos, electrónicos, eléctricos y sus partes y accesorios, así como también, la compra y venta de autopartes, piezas, repuestos a nivel nacional y extranjera, que a juicio de la sociedad puedan negociarse, importarse o exportarse en beneficio de la misma y la compra, venta y distribución y comercialización de seguros. Prestará servicios relacionados con las actividades principales y secundarias, de igual forma la sociedad podrá realizar cualquier otra actividad económica lícita, tanto en Colombia como en el extranjero. La sociedad podrá llevar a cabo, en general, todas las operaciones, de cualquier naturaleza que ellas

fueren, similares, conexas o complementarias o que permitan facilitar o desarrollar el comercio o la industria de la sociedad.

1.3 Localización

La planta de producción de la empresa FAICO S.A.S. está ubicada en el municipio de Girón (Santander), en la Autopista Km 7.



Figura 1. Ubicación de la planta de producción de la empresa FAICO S.A.S. Adaptado de Google Maps.

1.4 Reseña histórica

La FÁBRICA ÍTALO COLOMBIANA DE BATERÍAS, FAICO Ltda. Inició actividades el 28 de agosto de 1959, produciendo baterías para vehículos automotores ensambladas en materiales de caucho duro. Para su creación se asociaron Carlo Enrico Biffi, de nacionalidad italiana, Pedro León Solano y Francisco Rueda, estos últimos de nacionalidad colombiana. Se escogió Bucaramanga para establecer la fábrica debido a que en ella no existía otra empresa de este tipo y de esta manera se pretendía cubrir la demanda del oriente colombiano. A los seis años de su fundación los socios colombianos se retiraron de la empresa y esta pasa a ser propiedad de Carlo Enrico Biffi, quien durante la década de los 60 y 70 le dio gran impulso y logró consolidar en el mercado regional un producto de alta calidad y rendimiento.

La maquinaria con la que inició FAICO Ltda., fue diseñada y construida en su totalidad por el Ingeniero Electromecánico Carlo Enrico Biffi. En estos primeros años FAICO Ltda., producía entre 35 y 40 baterías mensuales, empleando a cinco personas para elaborarlas. Cuando se retiraron los socios, Carlo Enrico Biffi, trajo de Medellín a su hijo Luigi Giussepe Biffi Sandrone, quien se desempeñó en todos los oficios de la empresa, hasta llegar a la Gerencia General, lo que le permitió conocer al detalle todos los pormenores del oficio. FAICO Ltda., es la materialización de una tradición familiar que se inició en Italia a principios de siglo XX.

La sede principal de FAICO Ltda., funcionó durante 18 años en la Calle 56 17A-91, y es hasta 1978, cuando se traslada la planta de producción a un terreno ubicado en el Kilómetro 7 vía a Girón, donde actualmente funciona. El manejo administrativo de FAICO Ltda. se sigue desempeñando desde las instalaciones ubicadas en la Calle 56 17A-91. También en 1978 se

dieron los primeros pasos en el área de actualización tecnológica, con la adquisición de maquinaria para la producción en serie, manteniendo siempre el saber hacer del negocio.

1.5 Direccionamiento estratégico

Misión. Somos una organización dedicada a la fabricación de acumuladores eléctricos, comercialización de autopartes y prestación de servicios de mecánica rápida automotriz, garantizando la satisfacción del cliente con productos/servicios de excelente calidad, a través de innovación, mejoramiento continuo de procesos, trabajo seguro y preservación del medio ambiente.

Visión. En el 2020 BATERÍAS FAICO S.A.S se consolidará como una organización líder a nivel nacional en la fabricación, comercialización de acumuladores eléctricos y prestación de servicios de mecánica rápida en sus propios puntos de venta, a través del mejoramiento continuo de procesos, personal competente e implementación de nuevas tecnologías, lo cual permitirá el aumento en la cobertura del mercado y por tanto la sostenibilidad financiera de la empresa.

Política de calidad. En BATERÍAS FAICO S.A.S. Trabajamos por la satisfacción de nuestros clientes, ofreciéndoles productos garantizados con ciclos de vida acordes a sus expectativas y a precios competitivos, a través de:

- Cumplimiento de estándares de calidad.
- Empoderamiento, desarrollo, motivación, seguridad y salud de su personal.
- Comunicación permanente con los clientes.

- Protección del medio ambiente
- Mejora continua de los procesos
- En búsqueda de productos y servicios de calidad que garanticen la sostenibilidad de la empresa en el mercado

1.6 Estructura organizacional

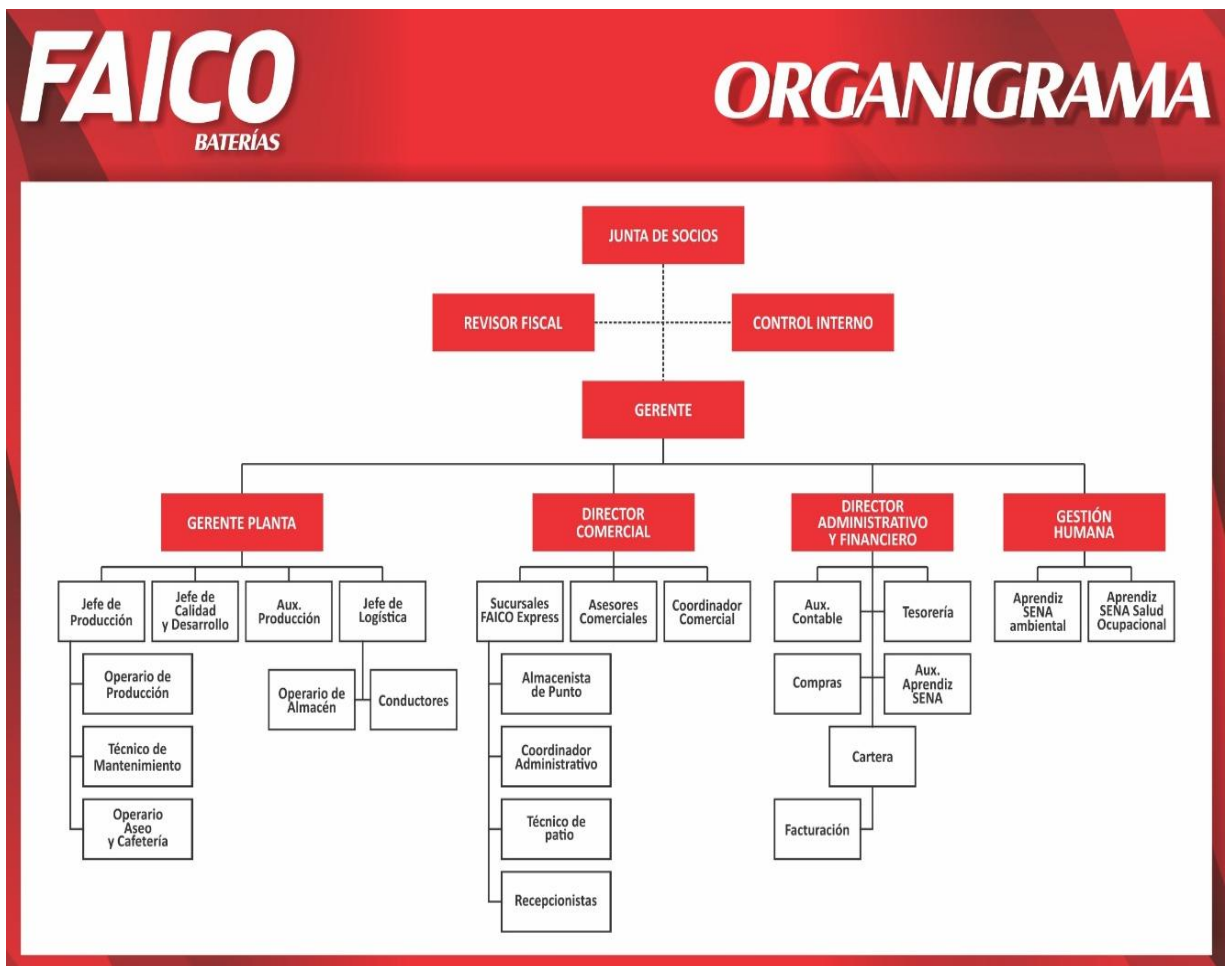


Figura 2 Organigrama de la empresa FAICO S.A.S. Adaptado de FAICO S.A.S.

1.7 Mapa de procesos

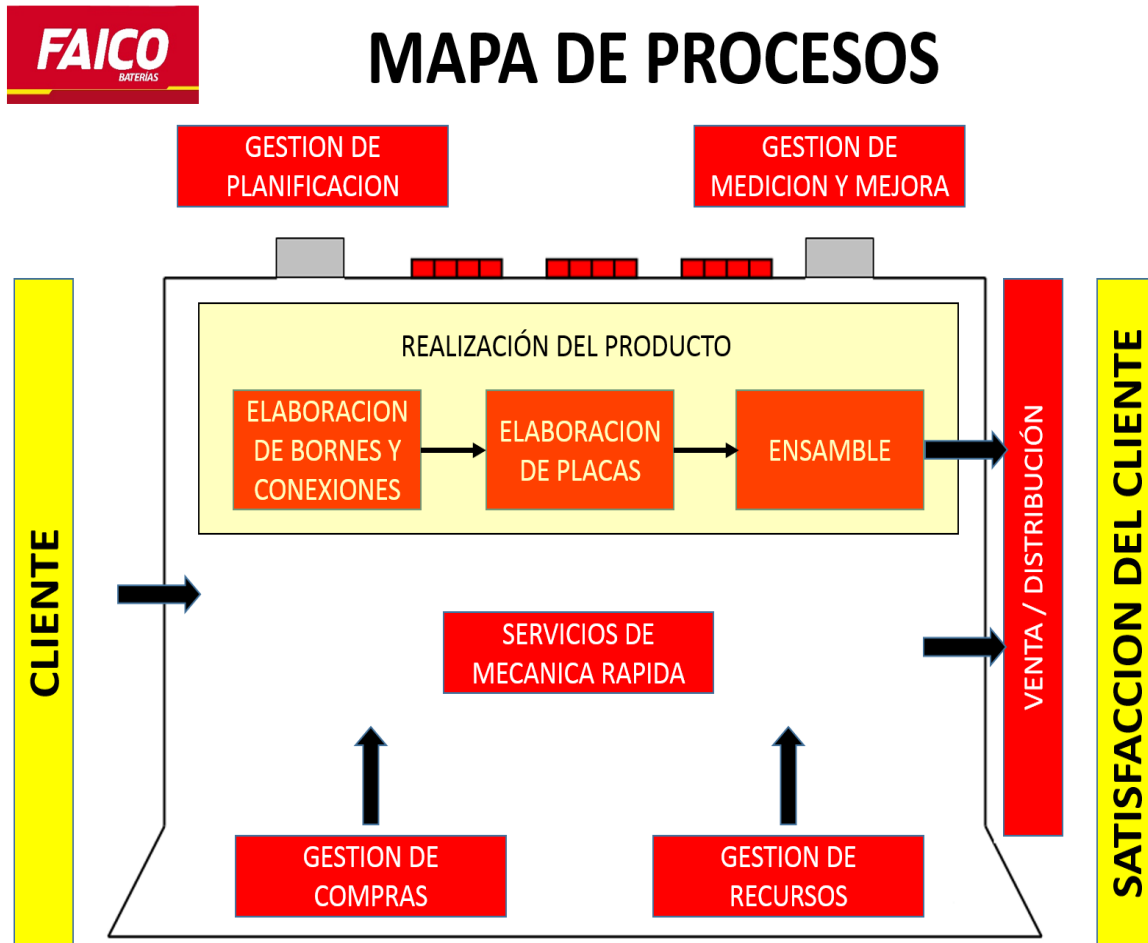


Figura 3 Mapa de procesos de la empresa FAICO S.A.S. Adaptado FAICO S.A.S.

1.8 Portafolio de productos

En la actualidad FAICO S.A.S. maneja dos líneas de productos: de libre mantenimiento y con mantenimiento para equipos livianos y pesados como se muestra en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3.

Productos fabricados por FAICO S.A.S. para equipos livianos






EQUIPOS LIVIANOS		
NOMBRE	ESPECIFICACIÓN DEL PRODUCTO	IMAGEN
<p>BATERÍA AUTO 36-600</p> <p>36D</p>	<p style="text-align: center;">Dimensiones(mm)</p> <p style="text-align: center;">↓ 175 ↗ 205 ↔ 173</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capacidad de arranque 590 ■ Polo Positivo(+) Derecho ■ Voltios 12,5 ■ Reserva 98 	
<p>BATERÍA AUTO 24-1000</p> <p>24D</p>	<p style="text-align: center;">Dimensiones(mm)</p> <p style="text-align: center;">↓ 174 ↗ 233 ↔ 172</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capacidad de arranque 770 ■ Polo Positivo(+) Derecho ■ Voltios 12,5 ■ Reserva 98 	
<p>BATERÍA AUTO 48-850</p> <p>48D</p>	<p style="text-align: center;">Dimensiones(mm)</p> <p style="text-align: center;">↓ 175 ↗ 278 ↔ 175</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capacidad de arranque 850 ■ Polo Positivo(+) Derecho ■ Voltios 12,5 ■ Reserva 122 	
<p>BATERÍA AUTO 34-900</p> <p>34D</p>	<p style="text-align: center;">Dimensiones(mm)</p> <p style="text-align: center;">↓ 200 ↗ 255 ↔ 170</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capacidad de arranque 900 ■ Polo Positivo(+) Derecho ■ Voltios 12,5 ■ Reserva 132 	

Tabla 3.

(Continuación)

EQUIPOS LIVIANOS		
NOMBRE	ESPECIFICACIÓN DEL PRODUCTO	IMAGEN
BATERÍA AUTO	Dimensiones(mm) ↓ 175 ↗ 242 ↔ 175	
42-850	<ul style="list-style-type: none"> ■ Capacidad de arranque 550 ■ Polo Positivo(+) Izquierdo ■ Voltios 12 ■ Reserva 100 	
42I		

Nota: Adaptado de información suministrada FAICO S.A.S.

Tabla 4.

Productos fabricados por FAICO S.A.S. para equipos pesados






EQUIPOS PESADOS		
NOMBRE	ESPECIFICACIÓN DEL PRODUCTO	IMAGEN
BATERÍA AUTO	Dimensiones(mm) ↓ 245 ↗ 515 ↔ 270	
8DTE-1600	<ul style="list-style-type: none"> ■ Capacidad de arranque 1550 ■ Polo Positivo(+) Izquierdo ■ Voltios 12,5 ■ Reserva 370 	
8DTE		
BATERÍA AUTO	Dimensiones(mm) ↓ 215 ↗ 215 ↔ 245	
4DTE-1400	<ul style="list-style-type: none"> ■ Capacidad de arranque 1350 ■ Polo Positivo(+) Izquierdo ■ Voltios 12,5 ■ Reserva 291 	
4DTE		

Tabla 4.

(Continuación)

EQUIPOS PESADOS		
NOMBRE	ESPECIFICACIÓN DEL PRODUCTO	IMAGEN
<p>BATERÍA AUTO</p> <p>4DLT-1200</p> <p>4DLT</p>	<p style="text-align: center;">Dimensiones(mm)</p> <p style="text-align: center;"> ↕ 205 ↗ 515 ↔ 215 </p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capacidad de arranque 1200 ■ Polo Positivo(+) ■ Voltios 12,5 ■ Reserva 269 	
<p>BATERÍA AUTO</p> <p>31-1150</p> <p>31T</p>	<p style="text-align: center;">Dimensiones(mm)</p> <p style="text-align: center;"> ↕ 240 ↗ 330 ↔ 170 </p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capacidad de arranque 1100 ■ Polo Positivo(+) ■ Voltios 12,5 ■ Reserva 185 	
<p>BATERÍA AUTO</p> <p>27-1100</p> <p>27D</p>	<p style="text-align: center;">Dimensiones(mm)</p> <p style="text-align: center;"> ↕ 225 ↗ 306 ↔ 173 </p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capacidad de arranque 710 ■ Polo Positivo(+) Derecho ■ Voltios 12 ■ Reserva 155 	

Nota: Adaptado de información suministrada FAICO S.A.S.

2. Generalidades del proyecto

2.1 Planteamiento del problema

FAICO S.A.S. es una empresa Santandereana con 58 años de experiencia en la fabricación de acumuladores eléctricos plomo-ácido para equipos livianos y pesados. A lo largo de su trayectoria ha dedicado sus esfuerzos en buscar estrategias que le permitan aumentar su productividad y adaptarse a los nuevos cambios del mercado para responder ágilmente a las necesidades de sus clientes con productos de alta calidad; sin embargo, durante los últimos años la empresa ha venido presentando falencias en sus procesos productivos generando inconformidades en los clientes y pérdidas económicas significativas.

Dentro de los principales problemas que presenta la empresa se encuentran: paradas no programadas frecuentes por fallas en la maquinaria, resultados inestables por falta de estandarización de los procesos, productos defectuosos, reprocesos, incumplimientos en las entregas de pedidos, desconocimiento de los tiempos de producción y la capacidad de planta.

Con base en lo anterior, el objetivo del presente proyecto es plantear e implementar mejoras que contribuyan a la solución de los problemas mencionados anteriormente, para aumentar la productividad y satisfacer a los clientes con productos de excelente calidad.

2.2 Alcance del proyecto

El presente proyecto parte de un diagnóstico a los procesos productivos de la empresa FAICO S.A.S. con el fin identificar oportunidades de mejora, diseñar propuestas de mejora que contribuyan a la solución de dichos problemas e implementar las aprobadas por la gerencia.

Como resultado de este proyecto se generarán los siguientes entregables:

- Diagnóstico de los procesos productivos de FAICO S.A.S.
- Análisis de capacidad
- Plan de mejoramiento de los procesos productivos
- Implementación de las propuestas avaladas por la gerencia
- Evaluación de mejoras implementadas mediante el cálculo de indicadores

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un plan de mejoramiento de los procesos productivos de la empresa FAICO S.A.S.

2.3.2 Objetivos específicos

- Elaborar un diagnóstico de los procesos productivos de la empresa FAICO S.A.S. para identificar deficiencias en los procesos.
- Diseñar un plan de mejoramiento para los procesos productivos a partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico de la empresa FAICO S.A.S.
- Implementar las mejoras propuestas aprobadas por la gerencia de la empresa.
- Diseñar e implementar un sistema de indicadores de gestión que permita evaluar el impacto de las mejoras realizadas.

2.4 Metodología del proyecto

La metodología empleada para el desarrollo del presente proyecto se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5.

Metodología

OBJETIVO	METODOLOGÍA
<p>Elaborar un diagnóstico de los procesos productivos de la empresa FAICO S.A.S. para identificar deficiencias en los procesos.</p>	<p>La recopilación y análisis de la información para determinar la situación actual de la empresa e identificar los principales problemas, se realizó mediante observación directa, entrevistas al personal de producción, datos históricos de la empresa y el uso de herramientas cualitativas y cuantitativas como: diagrama de operaciones, diagrama de recorrido, diagrama de pareto, estudio de tiempos por cronómetro, análisis de capacidad, y análisis de falla de la maquinaria.</p>
<p>Diseñar un plan de mejoramiento para los procesos productivos a partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico de la empresa FAICO S.A.S.</p>	<p>A partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico, se diseñó un plan de mejoramiento orientado a la estandarización y documentación de los procesos, disminución de las principales causas de falla de las baterías y la reducción de tiempos perdidos por fallas de maquinaria.</p> <p>El objetivo de este plan es eliminar o disminuir las principales causas del problema actual de la empresa</p>

Tabla 5.

(Continuación)

OBJETIVO	METODOLOGÍA
<p>Implementar las mejoras propuestas aprobadas por la gerencia de la empresa.</p>	<p>Una vez diseñadas las propuestas se realizó un análisis junto con la gerencia para definir cuáles se implementarán.</p> <p>En esta etapa se desarrolló un AMEF (Análisis de modo y efecto de la falla) para el ámbito de mantenimiento preventivo; la documentación y elaboración de los diagramas de flujo de los procesos para su estandarización, la reestructuración de los procesos de la línea de ensamble y la adecuación de los moldes de los moldes de la rejilladora. A su vez se realizaron capacitaciones al personal con el fin de garantizar que las mejoras fueran aplicadas correctamente y así lograr cambios significativos en los procesos intervenidos.</p>

Tabla 5.

(Continuación)

OBJETIVO	METODOLOGÍA
<p>Diseñar e implementar un sistema de indicadores de gestión que permita evaluar el impacto de las mejoras realizadas.</p>	<p>Con el fin llevar el control del proceso productivo y evaluar el impacto de las mejoras realizadas, se diseñó un sistema de indicadores de gestión, el cual fue validado y aprobado por la gerencia y posteriormente implementado.</p> <p>Cada indicador tiene una ficha técnica donde se incluye la especificación, el objetivo, la forma de cálculo, unidad de medición y el responsable.</p>

3. Marco de referencia

3.1 Marco de antecedentes

Durante los últimos años la empresa Hidrospa ha tenido un incremento significativo en la demanda, por lo cual ha visto la necesidad de mejorar sus procesos productivos. Como respuesta a dicha necesidad, (Durán Casadiego & Cárdenas Guerrero, 2017) han desarrollado el proyecto de grado “Análisis y mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Inversiones

Hisdrospa Ltda.”. Inicialmente, han realizado un diagnóstico en donde han identificado como principales problemas los retrasos en las entregas, la falta de estandarización de los procesos y los tiempos muertos de producción. Posteriormente, para dar solución a dichos problemas han implementado fichas técnicas de los puestos de trabajo, formatos de seguimiento a los productos, jornadas Kaizen, una nueva distribución de planta, entre otros. En este proyecto se abordan problemáticas semejantes a las que se enfrenta FAICO S.A.S., por lo cual sirve como una guía.

(Correa, 2015) en su proyecto de grado “Mejoramiento del sistema productivo de la harinera Pardo S.A.”, busca implementar mejoras que le permiten a la empresa tener procesos más eficientes, reducir los despilfarros y los costos en el proceso

En primera instancia realiza un diagnóstico por medio de análisis de despilfarros, diagramas de flujo y recorrido, tiempos de alistamiento y costos globales de la empresa. Como resultado de este diagnóstico identificó que la falta de estandarización de los procesos es un problema crucial, puesto que los operarios tienden hacer operaciones, movimientos inspecciones, entre otras actividades, que no agregan valor al producto. Para dar solución a esta problemática implementó hojas de trabajo de estándar, las cuales mostraron buenos resultados en la mayoría de los procesos. A su vez encontró a la oportunidad de mejorar la programación de la producción y diseñó e implementó una herramienta ofimática.

La información expuesta en este proyecto sirve como referencia para realizar el mejoramiento de los procesos productivos de FAICO S.A.S. ya que se ha identificado que también presentan grandes problemas por la falta de estandarización de sus procesos.

Por otro lado, (Ruiz Orjuela, 2013) desarrolló el proyecto de grado titulado como: “Mejoramiento de los procesos productivos en industrias LAVCO LTDA.”, con el fin de diseñar e implementar propuestas para el mejoramiento del sistema productivo a partir de herramientas de la manufactura esbelta. En ese momento LAVCO presentaba problemas debido a la falta de estandarización de los procesos, el desarrollo de actividades que no agregan valor, el excesivo tiempo de entrega de los productos comparado con su tiempo de procesamiento y la forma inadecuada de planear y programar los recursos.

El desarrollo del proyecto inició con un diagnóstico a partir de herramientas como: VSM, análisis de 5 eses y análisis de desperdicios; el cual le permitió identificar las principales causas de los problemas para diseñar e implementar las propuestas de mejora. En la implementación de las mejoras empleó diferentes herramientas de la manufactura esbelta como: 5S's, Kaizen, JIT, Kanban, SMED, trabajo estandarizado, balanceo de línea, entre otras; consiguiendo excelentes resultados y mostrando que estas herramientas pueden ser aplicadas en cualquier tipo de empresa. Con base en lo anterior, este proyecto brinda una guía para el desarrollo del trabajo que se realizará en FAICO S.A.S, teniendo como base algunas de las metodologías aplicadas en el mismo.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Mejoramiento de procesos. El mejoramiento de procesos es el estudio sistemático de las actividades y los flujos de cada proceso a fin de mejorarlo. Su propósito es “aprender los números”, entender los procesos y desentrañar los detalles. Únicamente cuando se ha comprendido realmente un proceso, es posible mejorarlo (Krajewski & Ritzman, 2000, pág. 110).

Por otro lado, (Summers, 2006) define que los procesos se mejoran mediante elaboración de mapas de procesos de valor agregado, aislamiento de problemas, análisis de las causas raíz y resolución de problemas. Muchos de los procesos se desarrollan con el paso del tiempo, sin preocuparse demasiado por saber si representan la manera más eficiente de ofrecer un producto o servicio. A su vez, expresa que si una organización desea ser competitivo en el mercado mundial, debe identificar los procesos que desperdician recursos y mejorarlos (pág. 211).

El principal objetivo del mejoramiento de procesos según (Harrington, 1992) consiste en garantizar que la organización tenga procesos que:

- Eliminen los errores
- Minimicen las demoras
- Maximicen el uso de los activos
- Promuevan el entendimiento
- Sean fáciles de emplear
- Sean amistosos con el cliente
- Sean adaptables a las necesidades cambiantes de los clientes
- Proporcionen a la organización una ventaja competitiva
- Reduzcan el exceso de personal

A su vez, Harrington (1992) establece en su metodología 5 fases para el mejoramiento de procesos de las empresas:

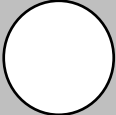
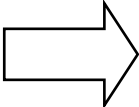

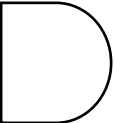
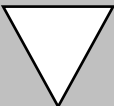
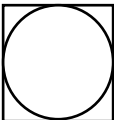
- ✓ Fase I. Organización para el mejoramiento: Asegurar el éxito mediante el establecimiento de liderazgo, comprensión y compromiso.
- ✓ Fase II. Comprensión del proceso: Comprender todas las dimensiones de actual proceso de la empresa.
- ✓ Fase III. Modernización: Mejorar la eficiencia, efectividad y adaptabilidad de proceso de la empresa.
- ✓ Fase IV. Mediciones y controles: Poner en práctica un sistema para controlar el proceso para un mejoramiento progresivo.
- ✓ Fase V. Mejoramiento continuo: Poner en práctica un mejoramiento continuo.

3.2.2 Diagrama de procesos. Es una herramienta de análisis que consiste en la representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza.

Las acciones que tienen lugar en un proceso están clasificadas en cinco categorías, conocidos bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes (García Criollo, 2005). En la Tabla 6 se muestra la descripción de cada una de ellas.

Tabla 6.

Símbolos para la elaboración de un diagrama de procesos

ACTIVIDAD	DEFINICIÓN	SÍMBOLO
Operación	Ocurren cuando se modifican las características de un objeto, o se le agrega algo o se le prepara para otra operación, transporte, almacenaje o inspección.	
Transporte	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.	
Inspección	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar o verificar la calidad o cualesquiera de sus características.	
Demora	Ocurre cuando se interfiere el flujo de un objeto o grupo de ellos, con lo cual se retarda el siguiente paso planeado.	
Almacenaje	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.	
Operación inspección	Se presenta cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operador en el mismo punto de trabajo	

Nota: Adaptado de “Estudio del trabajo” Roberto García Criollo, 2da edición, 2005

3.2.3 Diagrama de recorrido. Según Ortiz (2014) el diagrama de recorrido es un complemento del diagrama de operaciones. Se llama diagrama de recorrido porque sobre un plano a escala de la planta de producción, se trazan las líneas que indican la ruta de movilización del producto en proceso, desde que inicia se recorrido como materia prima, hasta que lo concluye como producto terminado.

A partir del diagrama de recorrido se pueden evidenciar fallas o problemas del desplazamiento con los que generalmente convive la empresa, para mejorarlos y así disminuir las distancias recorridas y el espacio ocupado y eliminar de zonas de alta congestión (pág. 23).

3.2.4 Diagrama de Pareto. El diagrama de pareto es un método gráfico para determinar cuáles son los problemas más importantes de una determinada situación y por consiguiente, las prioridades de intervención. Permite identificar los factores o problemas más importantes en función de la premisa de que pocas causas producen la mayor parte de los problemas y muchas causas carecen de importancia relativa (Arnoletto, 2000).

Summers (2006) define la siguiente metodología para la elaboración de un diagrama de pareto:

- Definir claramente el problema que será investigado.
- Determinar qué datos se necesitan y cómo van a registrarse (cifras, porcentajes o costos).
- Determinar cuáles no conformidades o defectos se van a analizar.
- Establecer el periodo durante el cual se recopilarán los datos.

- Recopilar los datos.
- Determinar el número total de no conformidades y calcular el porcentaje del total en cada categoría.
- Seleccionar las escalas del diagrama. En el eje Y generalmente se ubica el número de ocurrencias, defectos o la pérdida monetaria y en el eje X las categorías de las no conformidades, defectos o elementos de interés.
- Dibujar el diagrama organizando los datos de la categoría más grande a la más pequeña.
- Analizar el diagrama. Las barras más grandes representan los problemas importantes (pág. 245).

3.2.5 Estudio de tiempos. De acuerdo con (Caso Neira, 2006) el estudio de tiempos se define como: una técnica de medida del trabajo que se utiliza para registrar los tiempos y los ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, realizada en condiciones determinadas, con el fin de analizar los datos para averiguar el tiempo requerido para efectuar una tarea de acuerdo con una norma de ejecución preestablecida.

(Ortiz Pimiento, 2014) Describe que entre los procedimientos más conocidos dentro del estudio de tiempo se tienen los siguientes:

- Cronometraje: se basa en el empleo de un instrumento de medición (cronómetro, reloj digital, entre otros) para el registro de datos de tiempo real.

- Tiempos predeterminados: se refiere a datos de tiempo estandarizados y organizados en tablas de fácil consulta
- Muestreo del trabajo: es un procedimiento que permite calcular tiempo mediante el registro (en forma aleatoria) de las actividades realizadas por el trabajador durante su jornada de trabajo.

Estudio de tiempos por cronómetro. El estudio de tiempos por cronómetro consiste en determinar el tiempo para realizar un trabajo especificado por una persona calificada que trabaja a una marcha normal (Palacios Acero, 2016).

Ortiz (2014) en su metodología define una serie de pasos para realizar el estudio de tiempos por cronómetro, los cuales se describen a continuación:

1. Seleccionar un trabajador promedio.
2. Determinar la tarea a cronometrar.
3. Dividir el ciclo de trabajo en elementos, identificando claramente los momentos de inicio y finalización.
4. Determinar el número de observaciones que deben registrarse, a partir de la siguiente formula estadística

$$N = \frac{(s * t_{\alpha/2, n-1})^2}{e^2}$$

En donde:

S: Desviación estándar

t: Valor de la tabla *t*-student al nivel de confianza determinado previamente

e: Margen de error deseado

5. Seleccionar el sistema de medición de tiempos.
6. Seleccionar el método de valoración a utilizar.
7. Diseñar el formato de registro de datos.
8. Registrar los datos de tiempo.
9. Calcular el tiempo normalizado de cada elemento.
10. Calcular el tiempo normalizado promedio por elemento.
11. Asignar suplementos.

3.2.6 Análisis de capacidad. La capacidad es la tasa de producción máxima de una instalación, ya sea una estación de trabajo o una organización entera. Dependiendo de cómo la empresa necesite la información se puede expresar en unidades producidas por período de tiempo, volumen de producción por días, semanas, meses o años (Krajewski & Ritzman, 2000, pág. 300).

A la hora de analizar la capacidad es importante tener en cuenta los siguientes términos:

- Cuello de botella: es un recurso cuya capacidad es menor que la demandada. A su vez, es una restricción en el sistema que limita la producción; puede ser una máquina, falta de trabajadores capacitados o una herramienta especial.

- Canal despejado: es todo recurso cuya capacidad es mayor que la demanda que se le impone. Este tipo de recurso incluye tiempo ocioso y no debe trabajar de continuo, ya que produciría más de lo que se necesita.
- Recurso restringido por la capacidad: es aquel cuya utilización está cerca de la capacidad y podría ser un cuello de botella si no se programa con cuidado (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009, pág. 686).

4. Diagnóstico de la empresa

4.1 Metodología del diagnóstico

Con el fin de conocer la situación actual de la empresa e identificar los principales problemas de los procesos productivos, se realizó un diagnóstico a partir de herramientas cualitativas y cuantitativas.

La recolección y análisis de la información se realizó por medio de observación directa, entrevistas, revisión de documentos de la empresa y algunas herramientas como: diagrama de operaciones y recorrido, para identificar claramente las actividades y desplazamientos que ocurren en el proceso productivo; diagrama de pareto para detectar las principales causas de falla de las baterías y los procesos a los cuales están asociadas dichas causas; estudio de tiempos por cronómetro y análisis de capacidad para identificar los recursos restrictivos que limitan el desempeño del sistema productivo; y análisis de falla de la maquinaria.

A continuación, se muestra detalladamente el diagnóstico inicial de los procesos productivos de FAICO S.A.S.

4.2 Descripción del proceso productivo

Para identificar y conocer cada uno de los procesos que intervienen en la fabricación de acumuladores eléctricos plomo-ácido en FAICO S.A.S. se empleó principalmente la observación directa junto con entrevistas al personal operativo de la planta, jefe de producción, gerente de planta, auxiliar de producción y jefe de calidad y desarrollo.

Con base en lo anterior, se pudo observar que la elaboración de cualquier tipo de batería pequeña, mediana o grande está compuesta por 19 etapas, las cuales se describen a continuación:

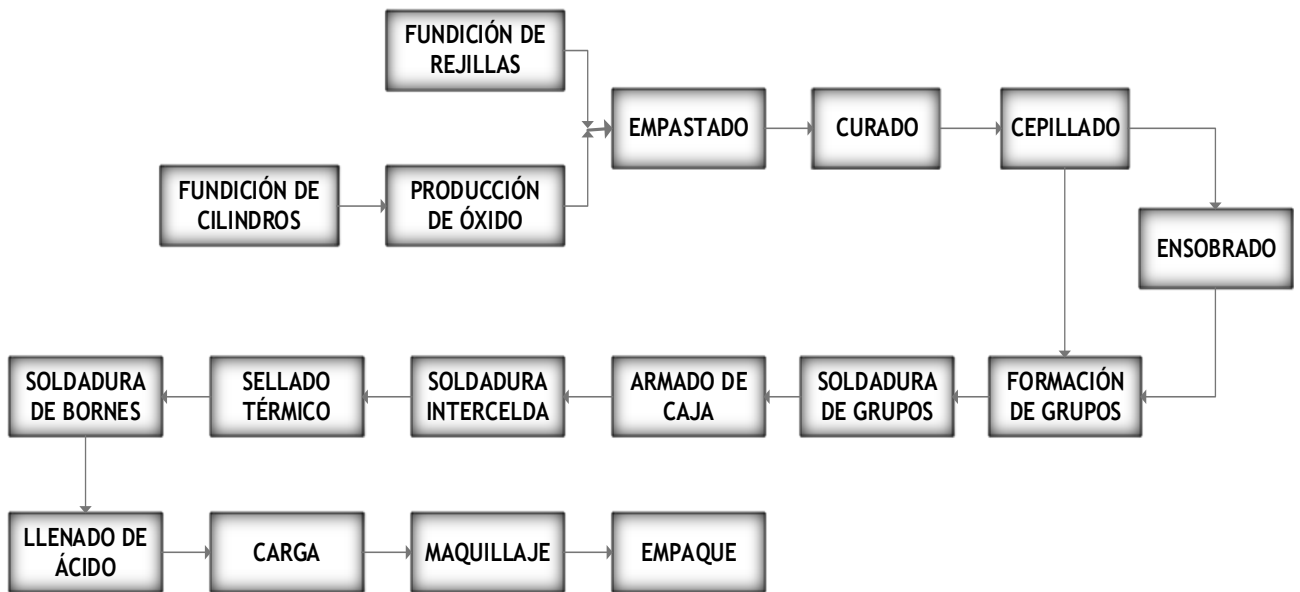


Figura 4 Etapas del proceso productivo de la empresa FAICO S.A.S

4.2.1 Fundición de rejillas. Los lingotes de plomo-calcio-estaño son llevados a la rejilladora, la cual consta de un crisol en donde estos se introducen y se someten a una temperatura de 480°C con el fin de llevarlos al estado líquido, para luego transportarlos por medio de un canal hasta el molde donde se funde la rejilla; cuando el molde se llena se abre la compuerta y expulsa la rejilla, la cual pasa por una guillotina que se encarga de cortar la rebaba y dejarla lista.

En este proceso es importante resaltar que las rejillas se deben dejar reposar tres días (antes de ser usadas) con el fin de que alcancen la dureza necesaria y sean capaces de sostener el material activo que se les adiciona en el proceso de empaste.

4.2.2 Fundición de cilindros. Este proceso inicia cuando se introducen los lingotes de plomo puro a un crisol, el cual los somete a una temperatura de 400°C para derretirlos. Posteriormente, se saca el plomo líquido con una cuchara de hierro fundido y se vierte en un molde con forma de cilindro, en donde una vez solidifica se procede a sacarlo.

4.2.3 Producción de óxido de plomo. Los cilindros de plomo puro provenientes del proceso anterior se introducen en un molino de bolas, el cual gira a 76 revoluciones por minuto. Esta rotación hace que los cilindros se golpeen entre si y sean molidos. Seguidamente, el material (óxido de plomo) se transporta por medio de un canal a la tolva por donde sale en forma de polvo fino. Luego es almacenado por un periodo de 15 días, con el fin de que se adhiera fácilmente a la rejilla y sea más manejable en el proceso de empaste.

4.2.4 Mezclado. En esta etapa del proceso se realiza una mezcla homogénea a la cual se le denomina pasta o material activo. Existen dos tipos de pastas: la positiva y la negativa, las cuales se componen principalmente de óxido de plomo, ácido sulfúrico y agua.

4.2.5 Empastado. Consiste en adicionar el material activo a la rejilla. Se colocan las rejillas de manera vertical en una banda transportadora, la cual se encarga de pasarlas a la tolva donde se van empastando. Seguidamente pasan por un par de rodillos que se encargan de fijar la pasta a la rejilla. Finalmente, pasan por un horno donde reciben el primer secado. Una vez culmina este proceso las rejillas son conocidas como placas.

4.2.6 Curado. Una vez salen las placas positivas y negativas del empaste se trasladan a la cámara de curado en donde se controla la temperatura y la humedad por un periodo de 51 horas aproximadamente. El objetivo de este proceso es generar una serie de reacciones químicas que bajen el nivel de plomo libre, la producción de óxido de sulfato en las placas y luego secarlas para que cuando se encuentren con el ácido sulfúrico tengan una reacción más directa.

4.2.7 Cepillado. Las placas provenientes del horno de curado se trasladan a la cepilladora, la cual se encarga de limpiar las impurezas que quedaron en la bandera de la rejilla después del proceso de empaste.

4.2.8 Ensobrado. Después del proceso de cepillado las placas negativas pasan al proceso de ensobrado, que consiste en colocarle un separador de polietileno a cada placa. El objetivo del separador es evitar que se produzca un corto eléctrico por el contacto de las placas.

4.2.9 Formación de grupos. Una vez salen las placas positivas del cepillado y las negativas del ensobrado se procede a realizar manualmente la formación de grupos, que consiste en intercalar los dos tipos de placas entre sí. La cantidad de placas por grupo está determinada según el tipo de batería.

4.2.10 Soldadura de grupos. Cuando se tienen los grupos armados se procede a llevarlos a la grupera. En esta máquina se sueldan los bornes terminales e intermedios (con plomo antimonial) para darle la polaridad al grupo.

4.2.11 Troquelado. Las cajas traídas del almacén se ubican en la troqueladora para abrir los huecos de las conexiones intermedias en cada celda.

4.2.12 Ensamble de la caja. Una vez se tienen los grupos y la caja lista se procede a realizar una inspección para verificar que estén en buen estado, es decir, sin sobres rotos o maltratados, placas torcidas o maltratadas, caja sin rebaba en los huecos, entre otros. Posteriormente se colocan los grupos en cada celda de la caja y se verifica la continuidad.

4.2.13 Soldadura intercelda. Esta etapa del proceso es también conocida como soldadura de punto, consiste en unir los grupos con soldadura eléctrica a través de las perforaciones realizadas en el troquelado.

4.2.14 Termosellado. La batería es llevada a la termoselladora que se encarga de pegarle la tapa por medio de calor. En este proceso la máquina opera a unos 720°F y puede tardar entre 1 y 4 minutos aproximadamente dependiendo del tamaño de la batería.

4.2.15 Rellenado de Bornes. Después del termosellado se realiza la formación de los bornes, que consiste en colocar un molde pequeño sobre el borne y soldarlo manualmente con plomo antimonial con el fin de realizar el acabado de este.

4.2.16 Llenado de ácido. Una vez culmina el proceso de fabricación de las baterías secas, se trasladan a la zona de carga en donde se procede manualmente a llenarlas con el electrolito (ácido sulfúrico diluido).

4.2.17 Carga. Después del llenado de ácido las baterías son introducidas en unas tinajas donde son conectadas en serie para suministrarles la carga (amperios-hora). Este proceso es controlado mediante un software y puede durar entre 57 y 90 horas aproximadamente dependiendo del tipo de batería.

4.2.18 Maquillaje. Cuando las baterías han finalizado el proceso de carga pierden parte del electrolito por evaporación y absorción de las placas, por lo cual en este proceso se realiza el nivelado del ácido. Seguidamente se colocan las tapas, se lava, se seca y se realiza una prueba de descarga para verificar que no haya corto o la batería esté aislada. Por último, se coloca el serial, las etiquetas y la tarjeta de garantía.

4.2.19 Empaque. En esta etapa del proceso las baterías se trasladan a la termoencogedora para ser empacadas y posteriormente llevadas al almacén para alistarlas y despacharlas.

El proceso descrito anteriormente, no se encuentra estandarizado y carece de documentación; lo cual hace que a menudo no se realicen las actividades adecuadamente afectando la calidad del producto, como se muestra en el numeral 4.5 análisis de garantías.

4.3 Diagrama de operaciones

Para proporcionar una imagen clara de la secuencia de actividades del proceso se elaboró el diagrama de operaciones que se encuentra en el Apéndice A, en donde se muestran gráficamente todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes que ocurren durante la fabricación de la materia prima y el ensamble de la batería.

4.4. Diagrama de recorrido

Para identificar la ruta del proceso dentro de la planta se realizó el diagrama de recorrido que se encuentra en el Apéndice B, en donde se muestra el movimiento desde que se toman los lingotes de plomo y se fabrica la materia prima hasta que se convierte en producto terminado listo para su despacho. En el diagrama se evidencia que hay algunos transportes innecesarios al terminar el proceso de fabricación de baterías secas.

4.5 Análisis de garantías

Con el fin de identificar las principales fallas en las baterías y sus causas, se consolidó la información encontrada en el formato de análisis técnico por reclamo de garantías como se muestra en el Apéndice D para el periodo comprendido entre mayo y agosto de 2017. El formato suministra información acerca de los datos del cliente, datos de la batería, características técnicas que presenta la batería y el dictamen como se puede ver en el Apéndice C.

En total se encontraron 856 reclamos por garantía, de los cuales 755 fueron aprobados. De esos 755 aprobados, 597 corresponden a baterías fabricadas en FAICO y los demás a baterías compradas por FAICO a otras empresas. Por lo tanto, solo se analizaron las 597, a partir de gráficos circulares y un diagrama de Pareto.

Una vez se conocieron las principales causas de falla y los procesos asociados a dichas causas, se realizaron entrevistas al jefe de producción y jefe de calidad y desarrollo para indagar las falencias de dichos procesos.

4.5.1 Resultados del análisis de garantías. En promedio se aprueban 150 garantías por mes, en las cuales se encontró que las referencias 42-770, 27-1100 y las 4D representan más de un 50% de las baterías defectuosas, como se muestra en la Figura 5.

A su vez se identificó que la mayoría de las baterías fallan por tener un corto en alguno de sus vasos.

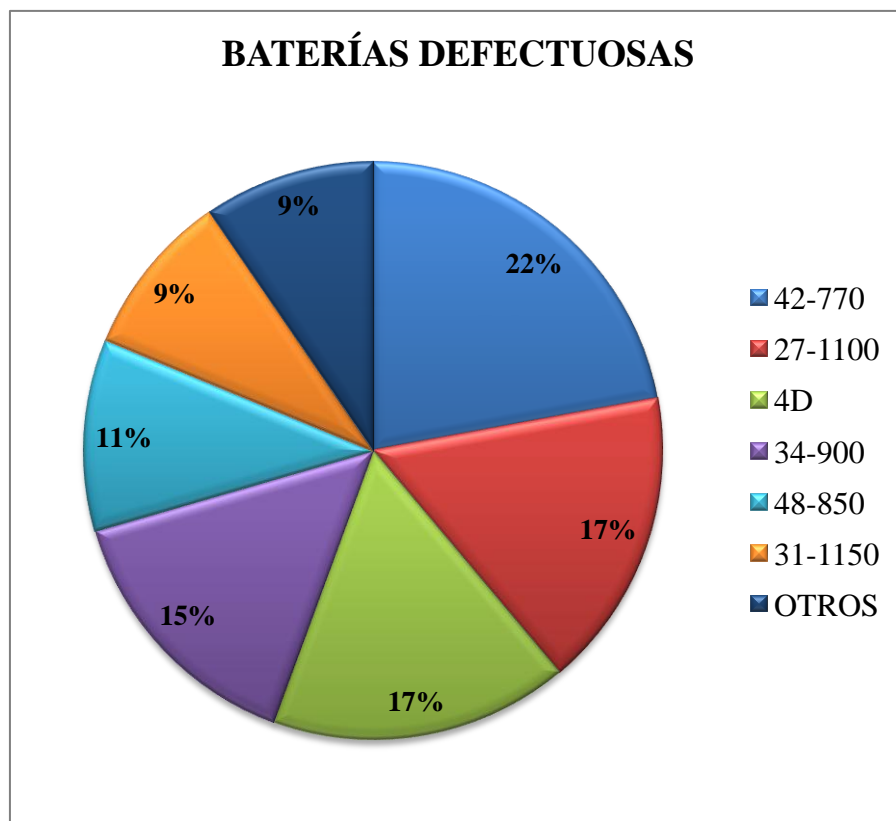


Figura 5 Baterías defectuosas por referencia. Adaptado de información suministrada empresa FAICO S.A.S.

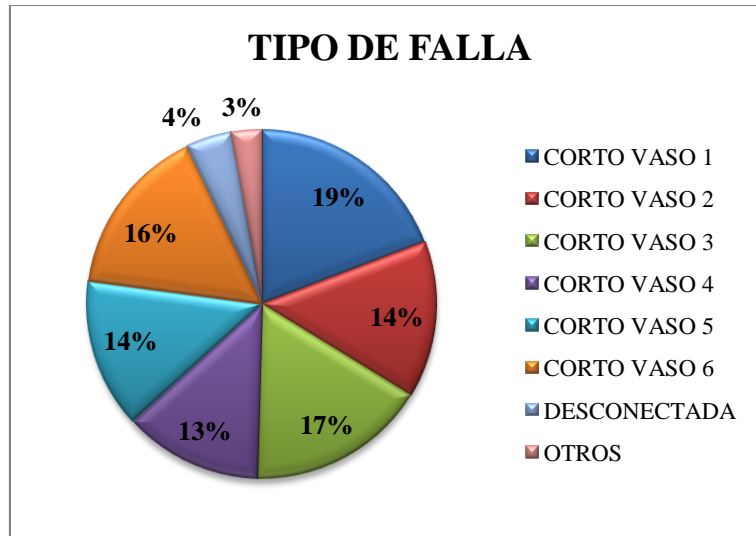


Figura 6 Tipos de falla de las baterías. Adaptado de información suministrada empresa FAICO S.A.S.

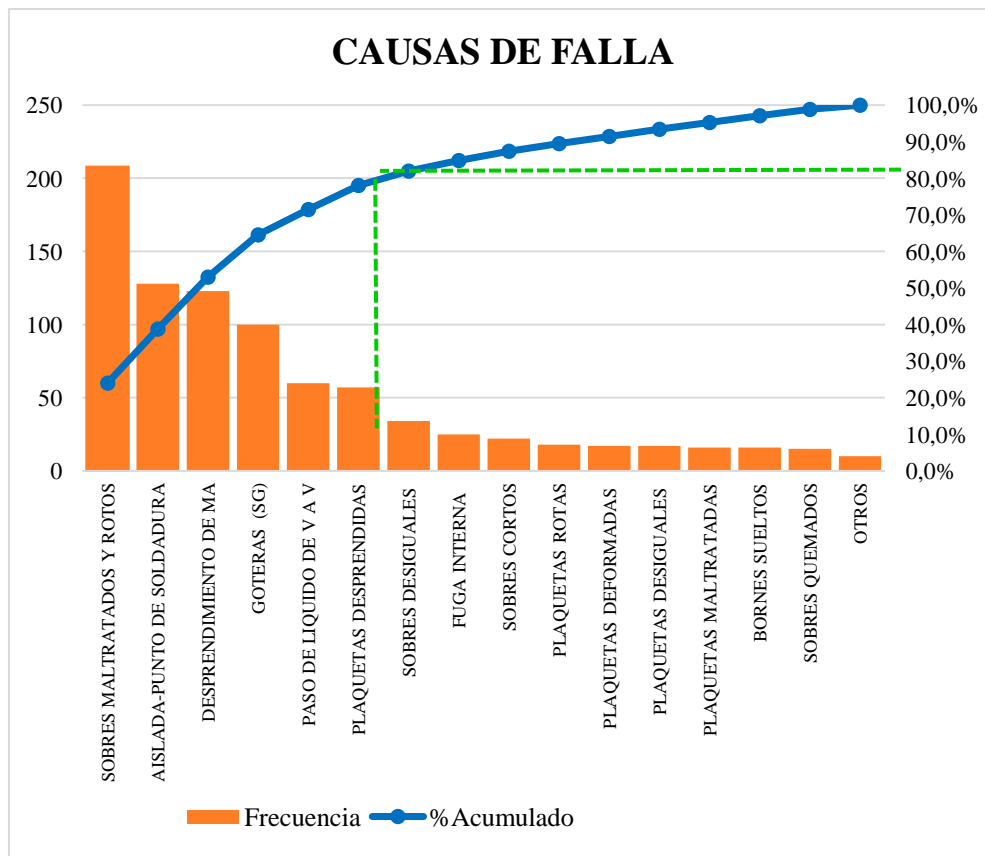


Figura 7 Diagrama de pareto de las causas de falla. Adaptado de información suministrada empresa FAICO S.A.S.

A partir del diagrama de pareto se encontraron como principales causas de falla:

- Sobres rotos y maltratados, es la principal causa de falla de las baterías y está asociada a los procesos de soldadura de grupos y el ensamble de la caja.
- Aislada por punto de soldadura, es otra de las principales causas de falla que ocurre cuando se desconectan las conexiones internas y se le atribuye al proceso de soldadura intercelda.
- Desprendimiento de material activo, está asociado principalmente al proceso de empaste.
- Goteras de la soldadura de grupos, son excesos de plomo que caen a los grupos cuando estos se sueldan y que no son retirados cuando se realiza el ensamble de la caja.
- Paso de líquido de vaso a vaso, esta causa se presenta cuando el ácido pasa a través de las conexiones internas de un vaso al otro y también se la atribuye al proceso de soldadura intercelda.
- Plaquetas desprendidas, se le atribuye al proceso de soldadura de grupos.

Posteriormente, de las entrevistas realizadas al jefe de producción y jefe de calidad y desarrollo se identificaron las falencias de los procesos asociados a las principales causas de falla.

- En el empaste no se realiza una inspección completa. Esta actividad se realiza para garantizar que la pasta se ha distribuido en toda la rejilla, pero no para verificar si las placas

tienen la cantidad de material necesario. Cuando las placas quedan con exceso de material tienden a soplarse y por lo tanto el material a desprenderse causando un corto en la batería.

Por otro lado, en este proceso lo ideal es que las placas tengan una humedad del 8% para que la pasta quede bien adherida a la rejilla; sin embargo, sólo se ha alcanzado una humedad del 6% dado que no se le puede agregar más agua porque la máquina no está acondicionada para esto.

- En cuanto a la soldadura de grupos, como la bandera de la rejilla es corta deben ubicarse adecuadamente en la grupera al mismo nivel para que queden bien soldadas y no vayan a desprenderse. Por otro lado, como no se tiene un control del grosor de las placas en el empaste algunas quedan muy gruesas y entran forzadas a la grupera maltratando o rompiendo los sobres.

- El armado de la caja es una de las actividades clave en el ensamble de la batería, pues en ella se inspecciona la calidad tanto de los grupos como de la caja. Allí se debe verificar principalmente que los grupos estén bien soldados, que no haya ningún sobre roto, maltratado o quemado por la grupera y que los orificios de cada celda no tengan ninguna rebaba del troquelado. A su vez, se deben retirar las goteras de plomo de la soldadura de grupos si las hay. Sin embargo, se ha detectado que no se está realizando adecuadamente este proceso dado que la mayoría de baterías devueltas por garantía fallan por alguna de estas cosas.

- En cuanto a la soldadura intercelda, el operario no puede detectar si existe algún corto o discontinuidad en las celdas o algún espacio que permita el paso de ácido de un vaso a otro, ya que no se cuenta con un equipo que permita verificar la calidad de la unión soldada.

4.6 Estudio de tiempos

Para la realización del estudio de tiempos se dividió el proceso en dos partes la fabricación de la materia prima y el ensamble de la batería. A su vez se tomaron las 18 referencias fabricadas por la empresa y se agruparon en cuatro familias con el fin de facilitar la recolección de los datos. Dicha clasificación se realizó según el tipo de batería (para equipos livianos o pesados), el tipo de placa y el número de placas como se muestra en la Tabla 7

Tabla 7.

Clasificación de las baterías

Familia	Referencia	Tipo de batería	Tipo de placa	Número de placas positivas	Número de placas negativas
1	36D600	Equipos	R1	24	24
	36I600	livianos	R1	24	24
	42D770		R1	24	30
	42I770		R1	24	30
	48D850		R1	30	36
	48I850		R1	30	36
	34D900		R1	30	36
	34I900		R1	30	36
	24D1000		R2	30	36
	24I1000		R2	30	36

Tabla 7.

(Continuación)

Familia	Referencia	Tipo de batería	Tipo de placa	Número de placas positivas	Número de placas negativas
2	27D1100	Equipos	R2	36	42
	27I1100	pesados	R2	36	42
	31T1150		R2	42	42
	31HC1150		R2	42	42
	31HI1150		R2	42	42
3	4DLT1200	Equipos	R2	60	66
	4DTE1400	pesados	R2	66	72
4	8DTE1600	Equipos	R3	84	90
		pesados			

El estudio se desarrolló mediante los siguientes pasos:

- **Selección de los trabajadores:** junto con el jefe y auxiliar de producción se seleccionaron los trabajadores promedio en cada proceso y luego se procedió a explicarles en qué consistía el estudio, con el fin que trabajaran a un ritmo normal y no se alteraran los resultados.

- **División del ciclo de trabajo en elementos:** para definir los elementos se identificaron en el diagrama de operaciones las distintas actividades del proceso

- **Determinación del número de ciclos de trabajo:** se inició tomando una muestra de 10 tiempos para cada proceso y cada familia. Luego se determinó la media y la desviación estándar y se estableció el nivel de confianza en un 95% con un error del 5% de la media encontrada en las muestras. Finalmente, con estos datos se empleó la metodología de Ortiz Pimiento (1999) y se calculó el número de ciclos que debían registrarse en cada proceso y para cada familia como se muestra en el Apéndice E.

- **Selección del sistema de medición:** se empleó la técnica de toma de tiempos con cronómetro vuelta a cero; con una escala de horas, minutos y segundos.

- **Toma de tiempos:** la toma de tiempos se realizó entre el 28 de agosto y el 5 de octubre de 2017. A cada registro se le asignaron las valoraciones de ritmo de trabajo por medio de la escala porcentual, en donde si el ritmo de trabajo es lento se asigna un porcentaje menor a 100, si el ritmo es normal se da un porcentaje de 100 y si el ritmo es rápido se asigna un porcentaje mayor a 100. Posteriormente, con estos datos se procedió a calcular el tiempo normalizado por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo normalizado} = \text{Tiempo observado} * \text{Valoración}$$

- **Cálculo del tiempo asignado:** se asignaron los suplementos a cada operación, de acuerdo a la organización internacional del trabajo (OIT) como se muestra en el Apéndice F y se procedió a calcular el tiempo asignado aplicando en la siguiente ecuación:

$$Tiempo\ asignado = Tiempo\ normalizado * (1 + \%suplementos)$$

• **Cálculo del tiempo tipo:** se asignó un porcentaje de contingencias del 5%, este valor fue determinado por el jefe de producción y posteriormente se calculó el tiempo tipo con la siguiente ecuación:

$$Tiempo\ tipo = \frac{Tiempo\ asignado}{(1 - \% contingencia)}$$

En las Tablas 8 y 9 se muestra el tiempo tipo de los procesos que intervienen en la fabricación de la materia prima y el ensamble de una batería para las diferentes familias.

Tabla 8.

Resumen de tiempos tipo de la fabricación de la materia prima de una batería

FABRICACIÓN DE PLACAS	FAMILIA 1	FAMILIA 2	FAMILIA 3
	(hh:mm:ss)	(hh:mm:ss)	(hh:mm:ss)
Fundición de rejillas	00:03:00	00:04:06	00:06:36
Fabricación y procesamiento de una pasta	00:05:51	00:09:01	00:14:31
Curado	51:00:00	51:00:00	51:00:00
Cepillado	00:04:05	00:05:31	00:08:59
TIEMPO TOTAL DE LA FABRICACIÓN DE PLACAS	51:15:56	51:22:41	51:36:42

La tabla anterior se elaboró teniendo en cuenta las siguientes observaciones:

- Para las baterías extra grandes (familia 4) no se pudieron registrar los tiempos de fabricación de la materia prima, debido a que cuando se realizó el estudio tenían inventario de placas para suplir los siguientes meses y por lo tanto no realizaron dicho proceso.
- El número de placas para cada familia se estableció con el promedio entre el número de placas totales de cada referencia
- En la fabricación y procesamiento de la pasta se incluyeron los procesos de fundición de cilindros, producción de óxido de plomo, mezclado y empaste como se muestra en el Apéndice E.

Tabla 9.

Resumen de tiempos tipo del ensamble de una batería

ENSAMBLE	FAMILIA 1	FAMILIA 2	FAMILIA 3	FAMILIA 4
	(hh:mm:ss)	(hh:mm:ss)	(hh:mm:ss)	(hh:mm:ss)
Fabricación del sobre	00:01:37	00:02:06	00:03:27	00:04:30
Ensobrado	00:08:06	00:10:30	00:17:15	00:22:30
Armado de grupos	00:02:05	00:03:16	00:04:28	00:06:07
Soldadura de grupos	00:06:19	00:07:08	00:11:34	00:15:22
Troquelado	00:01:24	00:01:24	00:02:07	00:02:07
Ensamble de caja	00:03:31	00:04:33	00:08:54	00:14:17
Soldadura intercelda	00:02:08	00:03:20	00:06:49	00:07:56
Termosellado	00:01:44	00:02:07	00:03:25	00:04:05
Rellenado de bornes	00:00:35	00:00:35	00:00:35	00:00:35

Tabla 9.

(Continuación)

ENSAMBLE	FAMILIA 1	FAMILIA 2	FAMILIA 3	FAMILIA 4
	(hh:mm:ss)	(hh:mm:ss)	(hh:mm:ss)	(hh:mm:ss)
Llenado de ácido	00:01:26	00:02:02	00:03:34	00:05:43
Carga	60:46:00	63:12:00	72:30:00	88:00:00
Maquillaje	00:03:29	00:04:02	00:05:43	00:07:19
Empaque	00:01:18	00:01:53	00:02:23	00:02:38
TIEMPO TOTAL DE	61:19:42	63:54:55	73:40:15	89:33:11
ENSAMBLE				

4.7 Análisis de capacidad

Para el análisis de la capacidad instalada se tomó en cuenta el tiempo real productivo por turno, el estudio de tiempos de los procesos productivos que intervienen en la fabricación de las baterías y los respectivos tiempos de alistamiento. Se realizó un análisis para la fabricación de la materia prima y otro para el ensamble.

En la fabricación de la materia prima se analizaron los centros de trabajo por separado como se puede ver en el apéndice G, dado que estos no se manejan como sucesos dependientes y tienen una capacidad instalada mayor a la demandada. Por otro lado, en el ensamble se realizó el análisis para cada una de las familias descritas en la Tabla 7. A su vez, se llevaron todos los

centros de trabajo a un mismo tamaño de lote (el del centro de trabajo que procesa mayor cantidad) para poder encontrar los recursos restrictivos que limitan el desempeño del sistema productivo. El análisis de capacidad para el ensamble de las baterías de las diferentes familias se muestra en las Figuras 8, 9,10 y11.

La jornada laboral de FAICO S.A.S. está comprendida por dos turnos de 8 horas cada uno. El primer turno inicia a las 6:00 a.m. y culmina las 2:00 p.m., con un receso intermedio de 30 minutos (9: 00a.m a 9:30 a.m.); el segundo turno va de 2:00 p.m. a 10:00 p.m., también con un receso de 30 minutos comprendido entre las 5:00 p.m. y 5:30 p.m. Adicionalmente cuando se realizan los procesos de fundición de rejillas y producción de óxido de plomo se trabaja un turno adicional que va de 10:00 p.m. a 6:00 a.m.

4.7.1 Resultados del análisis de capacidad. A partir de los resultados obtenidos se identificó que en la fabricación de la materia prima los procesos son canales despejados, es decir que tienen una capacidad instalada mayor a la demandada; por lo cual no operan continuamente.

Por otro lado, se identificó que el cuello de botella para el ensamble de las baterías está en el proceso de carga y el recurso restrictivo de capacidad en el ensobrado. Con base en lo anterior, se hace necesario concentrar la atención en dichos procesos con el fin de aumentar los niveles de producción

LOTE	36	Baterías						
PROCESO	Tiempo tipo lote (hh:mm:ss)	Recursos	Tiempo tipo /lote (hh:mm:ss)	Tiempo de producción (hh:mm:ss)	Tiempo de alistamiento (hh:mm:ss)	Tiempo real (hh:mm:ss)	Capacidad lote /turno	Capacidad unidades /turno
Fabricación del sobre	0:58:19	1	00:58:19	7:30:00	00:10:00	7:20:00	7,54	271,60
Ensobrado	4:51:35	1	04:51:35	7:30:00	00:10:00	7:20:00	1,51	54,32
Armado de grupos	1:15:07	1	01:15:07	7:30:00	00:10:00	7:20:00	5,86	210,87
Soldadura de grupos	3:47:11	1	03:47:11	7:30:00	00:10:00	7:20:00	1,94	69,72
Troquelado	0:50:38	1	00:50:38	7:30:00	00:15:00	7:15:00	8,59	309,29
Ensamble de caja	2:06:35	1	02:06:35	7:30:00	00:00:00	7:30:00	3,55	127,97
Soldadura intercelda	1:16:48	1	01:16:48	7:30:00	00:25:00	7:05:00	5,53	199,23
Termosellado	1:02:39	1	01:02:39	7:30:00	00:30:00	7:00:00	6,70	241,32
Rellenado de bornes	0:21:02	1	00:21:02	7:30:00	00:10:00	7:20:00	20,92	753,12
Llenado de ácido	0:51:33	1	00:51:33	7:30:00	00:00:00	7:30:00	8,73	314,22
Carga	60:46:00	10	06:04:36	7:30:00	00:00:00	7:30:00	1,23	44,43
Maquillaje	2:05:20	1	02:05:20	7:30:00	00:10:00	7:20:00	3,51	126,39
Empaque	0:46:41	1	00:46:41	7:30:00	00:20:00	7:10:00	9,21	331,55

	Recurso cuello de botella
	Recurso restrictivo de capacidad

Figura 8 Análisis de capacidad ensamble de baterías familia 1

LOTE		30	Baterías						
PROCESO	Tiempo tipo/lote	Recursos	Tiempo tipo/ lote	Tiempo de producción	Tiempo de alistamiento	Tiempo real	Capacidad lote/turno	Capacidad unidades /turno	
Fabricación del sobre	1:03:00	1	01:03:00	7:40:00	00:10:00	7:30:00	7,14	214,29	
Ensobrado	5:14:59	1	05:14:59	7:40:00	00:10:00	7:30:00	1,43	42,86	
Armado de grupos	1:38:03	1	01:38:03	7:40:00	00:10:00	7:30:00	4,59	137,68	
Soldadura de grupos	03:33:56	1	03:33:56	7:40:00	00:10:00	7:30:00	2,10	63,10	
Troquelado	0:42:12	1	00:42:12	7:40:00	00:15:00	7:25:00	10,55	316,40	
Ensamble de caja	2:16:21	1	02:16:21	7:40:00	00:00:00	7:40:00	3,37	101,21	
Soldadura intercelda	1:39:47	1	01:39:47	7:40:00	00:40:00	7:00:00	4,21	126,28	
Termosellado	1:03:20	1	01:03:20	7:40:00	00:30:00	7:10:00	6,79	203,66	
Rellenado de bornes	0:17:32	1	00:17:32	7:40:00	00:10:00	7:30:00	25,67	770,24	
Llenado de ácido	1:00:50	1	01:00:50	7:40:00	00:00:00	7:40:00	7,56	226,87	
Carga	63:12:00	10	06:19:12	7:40:00	00:00:00	7:40:00	1,21	36,39	
Maquillaje	2:00:51	1	02:00:51	7:40:00	00:10:00	7:30:00	3,72	111,70	
Empaque	0:56:36	1	00:56:36	7:40:00	00:20:00	7:20:00	7,77	233,23	

	Recurso cuello de botella
	Recurso restrictivo de capacidad

Figura 9 Análisis de capacidad ensamble de baterías familia 2

LOTE		18	Baterías					
PROCESO	Tiempo tipo/lote	Recursos	Tiempo tipo/ lote	Tiempo de producción	Tiempo de alistamiento	Tiempo real	Capacidad lote/turno	Capacidad unidades/turno
Fabricación del sobre	1:02:06	1	01:02:06	7:40:00	00:10:00	7:30:00	7,25	130,43
Ensobrado	5:10:29	1	05:10:29	7:40:00	00:10:00	7:30:00	1,45	26,09
Armado de grupos	1:20:28	1	01:20:28	7:40:00	00:10:00	7:30:00	5,59	100,66
Soldadura de grupos	03:28:17	1	03:28:17	7:40:00	00:10:00	7:30:00	2,16	38,89
Troquelado	0:38:12	1	00:38:12	7:40:00	00:25:00	7:15:00	11,39	205,00
Ensamble de caja	2:40:19	1	02:40:19	7:40:00	00:00:00	7:40:00	2,87	51,65
Soldadura intercelda	2:02:45	1	02:02:45	7:40:00	01:30:00	6:10:00	3,01	54,26
Termosellado	1:01:23	1	01:01:23	7:40:00	00:40:00	7:00:00	6,84	123,15
Rellenado de bornes	0:10:31	1	00:10:31	7:40:00	00:10:00	7:30:00	42,79	770,24
Llenado de ácido	1:04:10	1	01:04:10	7:40:00	00:00:00	7:40:00	7,17	129,05
Carga	72:30:00	10	07:15:00	7:40:00	00:00:00	7:40:00	1,06	19,03
Maquillaje	1:42:54	1	01:42:54	7:40:00	00:10:00	7:30:00	4,37	78,72
Empaque	0:42:50	1	00:42:50	7:40:00	00:20:00	7:20:00	10,27	184,90

	Recurso cuello de botella
	Recurso restrictivo de capacidad

Figura 10 Análisis de capacidad ensamble de baterías familia 3

LOTE		14	Baterías						
PROCESO	Tiempo tipo/lote	Recursos	Tiempo tipo/ lote	Tiempo de producción	Tiempo de alistamiento	Tiempo real	Capacidad lote/turno	Capacidad unidades/turno	
Fabricación del sobre	1:03:00	1	01:03:00	7:40:00	00:10:00	7:30:00	7,14	100,00	
Ensobrado	5:14:59	1	05:14:59	7:40:00	00:10:00	7:30:00	1,43	20,00	
Armado de grupos	1:25:33	1	01:25:33	7:40:00	00:10:00	7:30:00	5,26	73,64	
Soldadura de grupos	03:35:07	1	03:35:07	7:40:00	00:10:00	7:30:00	2,09	29,29	
Troquelado	0:29:42	1	00:29:42	7:40:00	00:25:00	7:15:00	14,64	205,00	
Ensamble de caja	3:20:05	1	03:20:05	7:40:00	00:00:00	7:40:00	2,30	32,19	
Soldadura intercelda	1:51:06	1	01:51:06	7:40:00	01:30:00	6:10:00	3,33	46,62	
Termosellado	0:57:16	1	00:57:16	7:40:00	00:40:00	7:00:00	7,33	102,67	
Rellenado de bornes	0:08:11	1	00:08:11	7:40:00	00:10:00	7:30:00	55,02	770,24	
Llenado de ácido	1:20:07	1	01:20:07	7:40:00	00:00:00	7:40:00	5,74	80,38	
Carga	88:00:00	10	08:48:00	7:40:00	00:00:00	7:40:00	0,87	12,20	
Maquillaje	1:42:32	1	01:42:32	7:40:00	00:10:00	7:30:00	4,39	61,45	
Empaque	0:36:57	1	00:36:57	7:40:00	00:20:00	7:20:00	11,91	166,74	

	Recurso cuello de botella
	Recurso restrictivo de capacidad

Figura 11 Análisis de capacidad ensamble de baterías familia 4

4.8 Fallas de la maquinaria

Con el fin de conocer el tiempo perdido en los diferentes centros de trabajo por fallas de la maquinaria, se analizó la información encontrada en el formato hoja de análisis de fallos de máquina para el mes de septiembre de 2017. Dicho formato suministra información acerca de la fecha, tiempos y causas del paro de la máquina como se puede ver en el Apéndice H.

4.8.1 Resultados del análisis de fallas de la maquinaria Durante el mes de septiembre de 2017 se perdieron 321 horas por fallas de las máquinas, principalmente por falta de mantenimiento preventivo. De esas 321 horas el 55% corresponde a la máquina ensobradora, que es la encargada de fabricar el sobre para las placas negativas. A su vez, se encontró que la cepilladora, la mezcladora y la termoencogedora no presentaron ninguna falla durante el mes de septiembre como se muestra en la Figura 12.

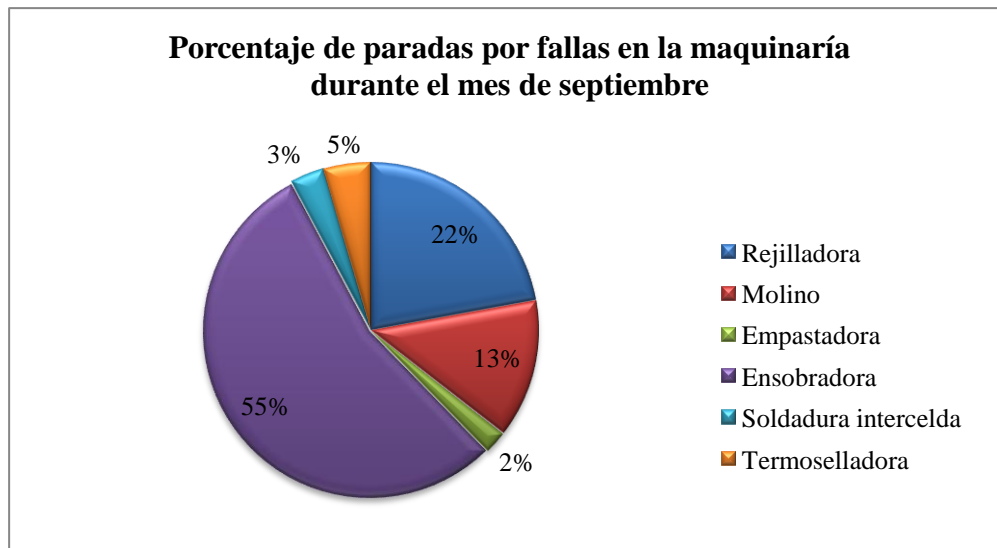


Figura 12 Porcentaje de paradas por fallas en la maquinaria. Adaptado de información suministrada empresa FAICO S.A.S.

Por otro lado, se comparó el tiempo perdido por fallas de la máquina con respecto a los días que trabajó cada máquina durante el mes como se puede ver en la Figura 13.

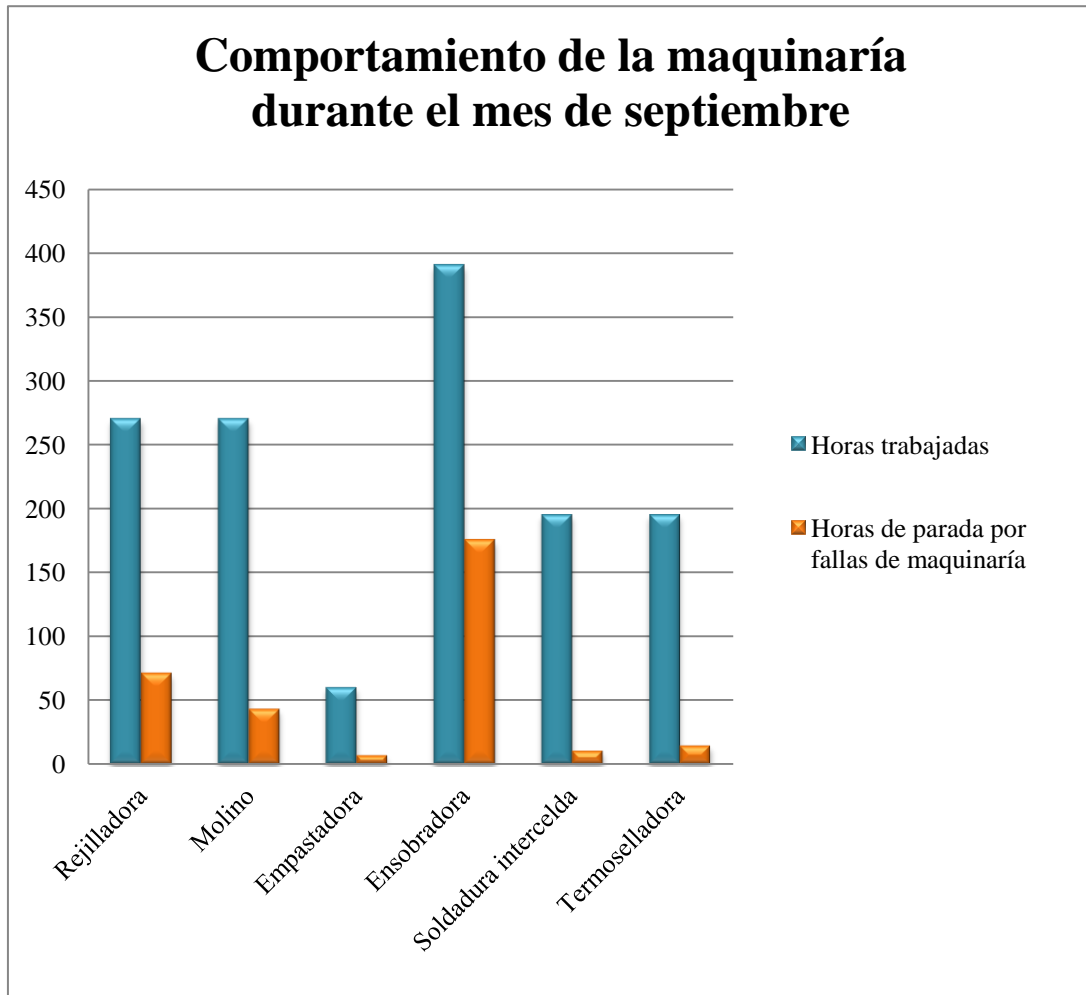


Figura 13 Comportamiento de las máquinas durante el mes de septiembre. Adaptado de información suministrada empresa FAICO S.A.S.

A partir del gráfico anterior se pudo observar que el tiempo de parada de la ensobradora respecto al tiempo trabajado en el mes es bastante significativo y representa más del 50% también se encontró que la rejilladora y el molino tienen pérdidas representativas; mientras que

la soldadura intercelda y la termoselladora no presentaron durante el mes de septiembre paradas significativas respecto a las horas trabajadas.

5. Plan de mejoramiento

Con base en los resultados obtenidos en el diagnóstico de los procesos productivos de la empresa FAICO S.A.S., se realizó la formulación del plan de mejoramiento. Para ello, se analizaron las deficiencias del proceso productivo y se priorizaron de acuerdo con las necesidades de la empresa.

En primera instancia, se plantearon propuestas para dar solución a los hallazgos encontrados en el análisis de garantías, puesto que estos son problemas que salen de la empresa y son percibidos por el cliente, generando un impacto negativo en el mercado y por lo tanto una disminución en sus ventas. Seguidamente, se diseñaron propuestas para los demás problemas encontrados en el diagnóstico como: los largos desplazamientos dentro de la empresa, la falta de documentación y estandarización de los procesos y el alto número de paradas por fallas en la maquinaria.

A continuación, se muestran el plan de mejoramiento diseñado para solucionar los principales problemas descritos anteriormente y generar un impacto positivo dentro de la organización. En

cada una de las acciones de mejora propuesta se plantearon los objetivos, actividades y recursos necesarios para llevar a cabo su implementación y las personas responsables.

El 10 de noviembre de 2017 fue presentado dicho plan ante la gerencia, en la socialización se aprobaron cuatro de las cinco propuestas y por su consideración se dejó planteada la otra para desarrollarla en el mediano plazo.

5.1 Propuesta 1 Reestructurar los procesos en la línea de ensamble

5.1.1 Descripción de la problemática. En el análisis de garantías realizado en el diagnóstico en el numeral 4.5 se encontró que la principal causa de falla de las baterías son los sobres rotos. Dicha falla es ocasionada porque los sobres son colocados al inicio del proceso de ensamble, siendo expuestos y maltratados a lo largo de este.

Por otro lado, se identificó que no se cuenta con un control en el proceso de armado de la caja puesto que allí el operario debe realizar una inspección a los grupos soldados, verificando que tanto las placas como los sobres se encuentren en óptimas condiciones.

5.1.2 Objetivo de la propuesta

- Disminuir el número de garantías recibidas por problemas ocasionados con los sobres rotos.

5.1.3 Descripción de la propuesta. Reestructurar los procesos de la línea de ensamble con el fin de evitar los daños en los sobres producto del agrupamiento y soldadura de las placas. Para ello se propone realizar el ensobrado después de soldar los grupos.

5.1.4 Plan de implementación.

Tabla 10

Plan de implementación de la reestructuración de los procesos en la línea de ensamble

ACTIVIDADES	RECURSOS	RESPONSABLES
1. Evaluación y reestructuración de los procesos de la línea de ensamble	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tiempo del gerente, jefe de producción y jefe de calidad y desarrollo. ○ Tiempo del practicante. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Jefe de calidad y desarrollo. ○ Jefe de producción.
2. Implementación de la propuesta.		
3. Evaluación de resultados		

5.2 Propuesta 2 Adecuación de los moldes de la rejilladora

5.2.1 Descripción de la problemática. Otra de las principales causas de fallas encontradas en el diagnóstico de los procesos productivos de la empresa FAICO S.A.S. son las plaquetas desprendidas. Este problema es ocasionado en la soldadura de grupos porque la bandera de la rejilla es muy corta y queda rapada en el peine; por lo cual no se puede garantizar que queden bien soldadas y por ende que no se desprendan.

Por otro lado, en el proceso de empaste la máquina (empastadora) cuenta con un alimentador de las rejillas, el cual posee un sistema neumático que consta de una chupa para atraerlas y pasarlas a la tolva, dado que la bandera es tan corta las rejillas se queda atascadas impidiendo el funcionamiento normal de la máquina como se muestra en la Figura 14.



Figura 14 Atascamiento de las rejillas en la empastadora

5.2.2 Objetivos de la propuesta

- Disminuir el número de garantías recibidas por problemas ocasionados con las plaquetas desprendidas.
- Reducir los desperdicios generados en el proceso de empaste por causa de la bandera corta en las rejillas.

5.2.3 Descripción de la propuesta. Adecuar los moldes de la rejilladora aumentando el tamaño de la bandera para disminuir los problemas presentados en las baterías por plaquetas desprendidas y mitigar los desperdicios generados en el proceso de empaste con el fin de mejorar la percepción del cliente de la calidad de las baterías y aumentar la productividad.

5.2.4 Plan de implementación

Tabla 11.

Plan de implementación de la adecuación de los moldes de la rejilladora

ACTIVIDADES	RECURSOS	RESPONSABLES
1. Evaluación de fallas por plaquetas desprendidas	o Costo de adecuación de los 4 moldes de la rejilladora	o Jefe de producción
2. Diseño para la reestructuración de los moldes de la rejilladora.	(2 para rejilla R1 y 2 para rejilla R2) \$1.450.000. o Tiempo del jefe de producción y gerente.	
3. Implementación de la propuesta.	o Tiempo del practicante.	
4. Evaluación de resultados.		

5.3 Propuesta 3 Manuales de procedimientos.

5.3.1 Descripción de la problemática. Actualmente FAICO S.A.S. no cuenta con un manual de procedimientos que defina de forma clara las actividades que se deben realizar en los distintos procesos, razón por la cual los operarios las realizan de la forma que más les convenga o consideren más pertinente.

Dicha problemática ha ocasionado inestabilidad en los resultados de los procesos, dado que cada operario realiza las actividades de una manera diferente. Por otro lado, existen algunos procesos automatizados que siempre han sido desarrollado por la misma persona y no se cuenta con documentación que permita la capacitación de un nuevo operario; creando dependencia con quienes desarrollan el proceso actualmente.

Con base en lo descrito anteriormente, se estableció realizar los procedimientos para los procesos automatizados.

5.3.2 Objetivo de la propuesta

- Definir una estructura procedimental para los procesos automatizados de la empresa con el fin de estandarizarlos.
- Facilitar la comprensión y el desarrollo de las actividades en cada uno de los procesos automatizados.

5.3.3 Descripción de la propuesta. Elaborar e implementar los procedimientos para los procesos automatizados con el fin estandarizarlos, aumentar la productividad y eliminar la dependencia con los operarios que conocen el proceso actualmente.

5.3.4 Plan de implementación

Tabla 12.

Plan de implementación de los manuales de procedimientos

ACTIVIDADES	RECURSOS	RESPONSABLES
1. Recolección de la información de los procesos automatizados.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tiempo de jefe de calidad y desarrollo, gerente y operarios. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Practicante. ○ Gerente. ○ Jefe de calidad y desarrollo.
2. Elaboración de los procedimientos.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tiempo del practicante. ○ Equipo de cómputo. 	
3. Revisión y aprobación.		
4. Implementación.		
5. Seguimiento y control.		

5.4 Propuesta 4. Plan de mantenimiento preventivo.

5.4.1 Descripción de la problemática. Los resultados obtenidos en el diagnóstico en el numeral 4.8 indican que se tiene un alto número de paradas por fallas en la maquinaria. Dichas paradas son producto de la falta de un mantenimiento preventivo y la ausencia de repuestos, pues en muchas ocasiones el arreglo de la máquina puede no ser tan demorado, pero al no contar con los repuestos hace que los tiempos se eleven notablemente.

5.4.2 Objetivo de la propuesta

- Reducir las averías y los tiempos de las paradas por fallas en la maquinaria.
- Garantizar el buen funcionamiento de la maquinaria.

5.4.3 Descripción de la propuesta. Diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo basado en la metodología AMEF (Análisis de modo y efecto de falla) con el fin de garantizar el buen funcionamiento de la maquinaria. Dicho plan contendrá las fallas del equipo, sus causas y efectos, las acciones correctivas y preventivas y los repuestos e insumos de los cuales se debe tener un stock mínimo.

5.4.4 Plan de implementación

Tabla 13.

Plan de implementación del plan de mantenimiento preventivo

ACTIVIDADES	RECURSOS	RESPONSABLES
1. Revisión de las hojas de vida de las máquinas.	○ Hoja de vida de las máquinas. ○ Información de los formatos	○ Practicante. ○ Coordinador de
2. Lista de las fallas encontradas en los formatos.	hoja de análisis de fallos de máquina.	mantenimiento.
3. Diseño del plan de mantenimiento.	○ Tiempo del coordinador de mantenimiento y operarios.	
4. Implementación del plan	○ Tiempo del practicante.	
5. Evaluación de los resultados.	○ Equipo de cómputo.	

A continuación, se presentan dos propuestas que responden a las necesidades identificadas en el diagnóstico, pero que a consideración de la gerencia se desarrollarán en el mediano plazo debido a su costo.

5.5 Propuesta 5. Redistribución de planta

5.5.1 Descripción de la problemática. En el diagrama de recorrido realizado en el diagnóstico en el numeral 4.4 se evidencian los largos recorridos y movimientos innecesarios dentro de la planta, principalmente al terminar el proceso de elaboración de baterías secas.

5.5.2 Objetivos de la propuesta

- Disminuir de las distancias recorridas dentro de la planta y el tiempo empleado en ellas.

5.5.3 Descripción de la propuesta. Diseñar e implementar de una propuesta de rediseño de planta, con el fin de disminuir las distancias y tiempos de recorrido dentro de la misma. La distribución de planta propuesta se encuentra en el Apéndice K.

5.6 Propuesta 6. Instalación de sensor en el molino

5.6.1 Descripción de la problemática. El óxido de plomo juega uno de los papeles más importantes en la fabricación de los acumuladores plomo-ácido dado que de ahí depende la calidad de las placas. Su fabricación se realiza en el molino y allí no se cuenta con ningún tipo de control.

Para que el óxido cumpla con las condiciones óptimas se deben introducir 31 cilindros de plomo, los cuales deben permanecer 20 minutos dentro del molino. En algunas ocasiones los operarios por terminar rápido el turno introducen una mayor cantidad de cilindros y los sacan en los mismos 20 minutos alterando la cantidad de plomo libre y ende la calidad del mismo.

5.6.2 Objetivo de la propuesta

- Garantizar la calidad de las placas.

5.6.3 Descripción de la propuesta. Instalar un sensor en el molino (en el tanque), con el fin de evitar que este proceso sea alterado por los operarios y garantizar que el óxido de plomo este en óptimas condiciones para el desarrollo de los siguientes procesos.

6. Implementación de las propuestas

6.1 Propuesta 1 Reestructurar los procesos en la línea de ensamble

6.1.1 Fase 1. Evaluación y reestructuración de los procesos de la línea de ensamble. Evidenciando la necesidad de la mejora en el proceso de fabricación de la batería y la búsqueda de reducción de fallas causadas por los sobres rotos, se estudia la línea de ensamble en la que se lleva a cabo este proceso. En ella se identifica una oportunidad de mejora en el momento en que se lleva a cabo el ensobrado.

Como propuesta de mejora se reestructura el proceso de la línea de ensamble, cambiando el ensobrado de las placas, de antes del armado de grupos a después de la soldadura de estos. Esta reestructuración se muestra en la Figura 15.

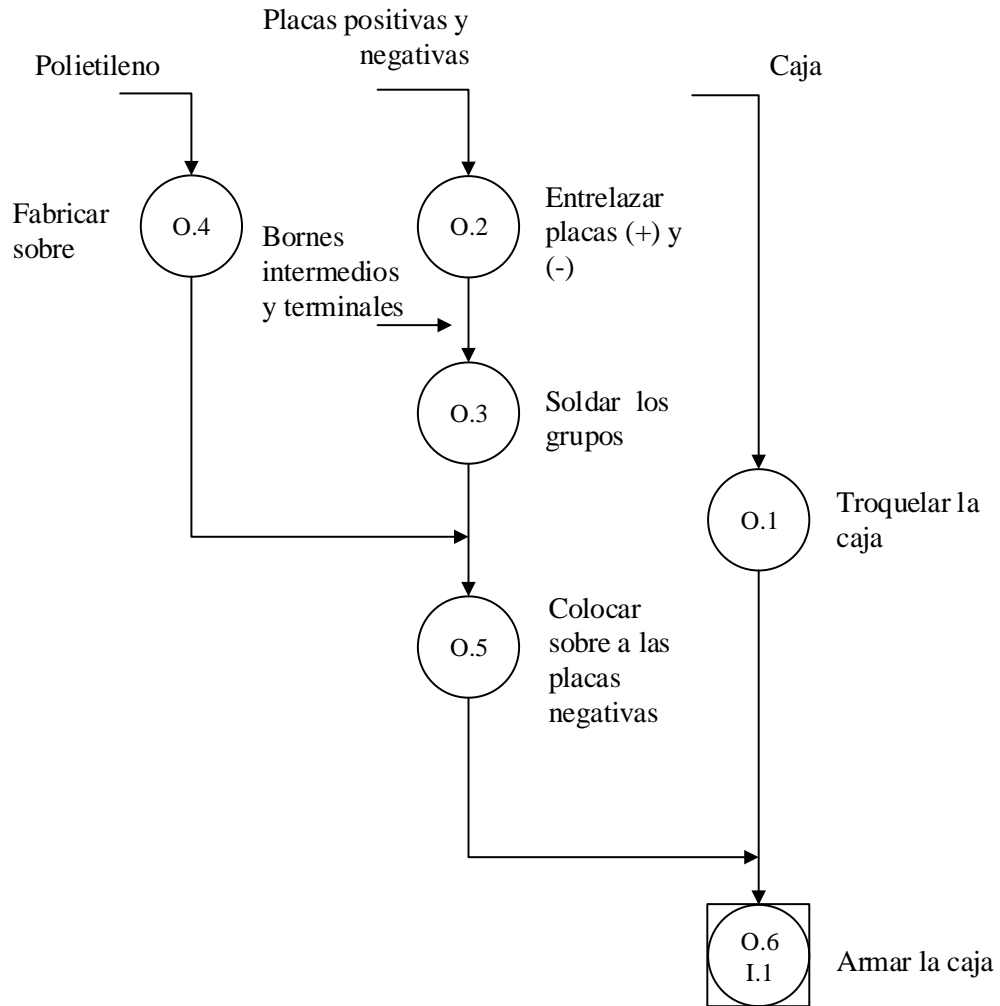


Figura 15 Diagrama de operaciones de la línea ensamble reestructurado.

6.1.2 Fase 2. Implementación de la propuesta. Una vez estudiada la viabilidad de la propuesta de mejora se procedió a la implementación de esta, para ello se socializó con los operarios la reestructuración de este proceso en la línea de ensamble.



Figura 16 Comparación del proceso de la línea de ensamble antes y después de la implementación de la propuesta 1

6.1.3 Fase 3. Evaluación de los resultados. Para la evaluación de los resultados se diseñaron dos indicadores, uno relacionado con el tiempo de ensamble referente a la disminución en el cambio de sobres y el otro con el número de baterías ingresadas a garantía por problemas con los sobres rotos como se muestra en el capítulo 7.

A la fecha no ha ingresado por garantía ninguna batería con problemas por sobres rotos, fabricada después del mes de diciembre de 2017, fecha en la cual se implementó la propuesta de mejora.

6.2 Propuesta 2 Adecuación de los moldes de la rejilladora

6.2.1 Fase 1. Evaluación de falla por plaqueta desprendida. Evidenciando la necesidad de la mejora en el proceso de fabricación de la batería y la búsqueda de reducción de fallas causadas por el desprendimiento de las plaquetas, se estudia a lo largo del proceso la causa principal de la falla y se determina que es necesario un cambio en el diseño de la rejilla.

6.2.2 Fase 2. Diseño de reestructuración de los moldes de la rejilla. Con el diagnóstico obtenido de la fase anterior, se determina que la falla se presenta en el tamaño de la bandera de la rejilla, por lo cual se reestructuran los moldes de la misma aumentando su tamaño 5 mm y previniendo de esta manera el desprendimiento de las plaquetas.

6.2.3 Fase 3. Implementación de la propuesta. Con el rediseño de los moldes de la rejilla FAICO S.A.S. hace las diferentes cotizaciones y obtiene el nuevo molde que es instalado en la rejilladora, haciendo la producción con las nuevas especificaciones.

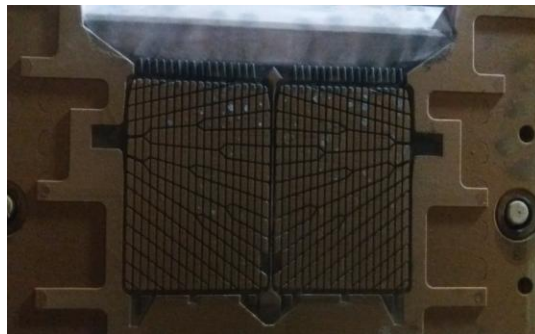


Figura 17 Molde de la rejilladora después de la implementación de la propuesta 2

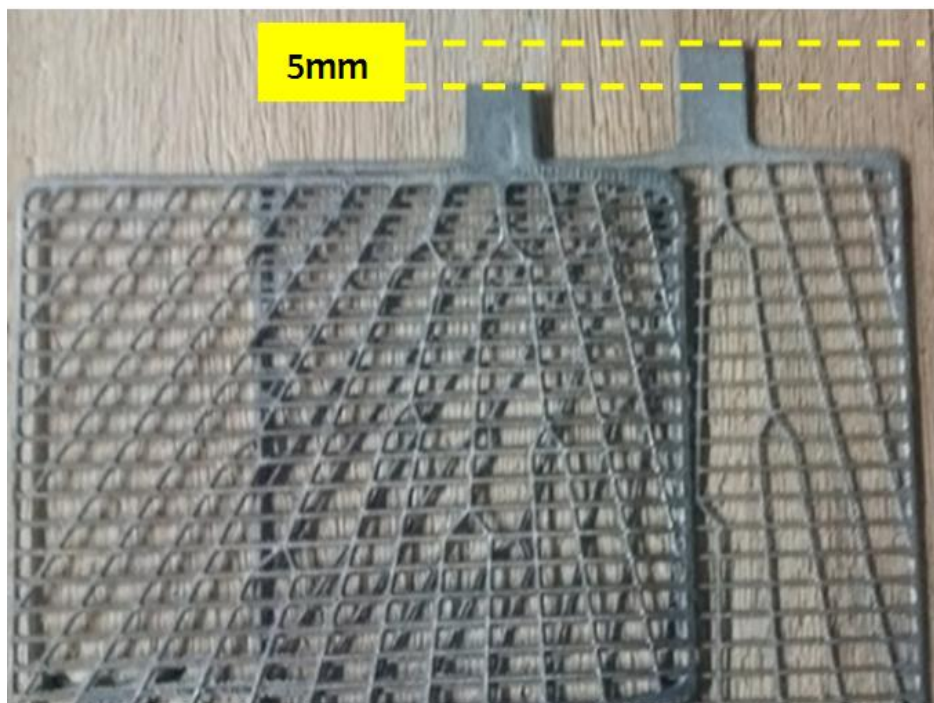


Figura 18 Comparación de las rejillas antes y después de la implementación de la propuesta 2

6.2.4 Fase 4. Evaluación de los resultados. Para la evaluación de la mejora propuesta, se realizaron pruebas técnicas a los grupos soldados con el fin de verificar la resistencia de la soldadura. A la fecha no ha ingresado por garantía ninguna batería con problemas por plaquetas desprendidas, fabricada después del mes de diciembre de 2017, fecha en la cual se implementó la propuesta de mejora.

Los indicadores y los resultados de la implementación de la propuesta se encuentran en el capítulo 7.

6.3 Propuesta 3 Manuales de procedimientos.

6.3.1 Fase 1. Recolección de la información de los procesos automatizados. Dada la necesidad de estandarizar los procesos automatizados y mitigar la dependencia existente con los operarios que conocen el proceso, se recolecta la información requerida para elaborar los manuales de procedimientos. En esta fase se realizaron las siguientes actividades:

- Una observación preliminar de cada uno de los procesos, de lo cual surge un bosquejo de cada uno de los procedimientos.
- A cada operario se le encuesta para obtener la información del procedimiento que siguen en la realización de sus actividades.
- Se hace un comparativo entre la información recolectada mediante la observación y la información dada por el operario.

6.3.2 Fase 2. Elaboración de los procedimientos. Con la información recolectada en la fase anterior, se procede a elaborar los procedimientos contenidos en los apéndices del L al P. Para facilitar la comprensión de las diferentes actividades, estos fueron elaborados de manera ilustrativa y con lenguaje sencillo.

El formato empleado para consolidar la información de cada procedimiento se muestra en la Figura 19.

	NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO		Procedimiento
			Versión:
			Fecha:
FÁBRICA ITALO COLOMBIANA DE BATERÍAS, FAICO S.A.S.	PROCESO:	Página X de X	
	RESPONSABLE:		
OBJETIVO: Describir el propósito que se pretende cumplir con el procedimiento.			
ALCANCE: Definir el inicio y fin del procedimiento.			
DEFINICIONES Y/O ABREVIATURAS: Definir la terminología empleada en la descripción del procedimiento.			
DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO			
Describe de forma secuencial cada una de las actividades que intervienen en la realización del procedimiento			
REVISÓ:	APROBÓ:	FECHA:	
CONTROL DE CAMBIOS			
VERSIÓN	FECHA	REVISÓ Y APROBÓ	CAMBIOS REALIZADOS

Figura 19 Formato de manual de procedimientos

6.3.3 Fase 3. Revisión y aprobación. Con los procedimientos elaborados, se revisan por los diferentes niveles interesados y se aprueban. Para la realización de esta fase se tuvieron las siguientes actividades:

- Comparación de los procedimientos elaborado por medio de observación.
- Revisión con los operarios encargados de cada proceso.
- Revisión con el Jefe de calidad y el Gerente de la empresa.

- Comparación de los procedimientos elaborados por medio de observación, esta actividad es realizada por el Jefe de calidad y el Gerente.

- Aprobación de los procedimientos por parte del Jefe de calidad y el Gerente.

6.3.4 Fase 4. Implementación. Con los procedimientos aprobados, se socializan en las diferentes áreas, iniciado de esta manera el proceso de estandarización requerido.



Figura 20 Capacitación manuales de procedimientos

6.3.5 Fase 5. Seguimiento y control. Siendo esta fase crucial en el desarrollo de la propuesta de mejora, el Gerente, el Jefe de calidad y la autora del proyecto han estado al pendiente de la estandarización de los procesos automatizados de la empresa.

6.4 Propuesta 4. Plan de mantenimiento preventivo.

6.4.1 Fase 1. Revisión de la hoja de vida de las máquinas. Como herramienta de diagnóstico se utiliza la hoja de vida de cada una de las máquinas, para conocer las recomendaciones dadas por el fabricante. Por otro lado, en ellas se evidencia la ausencia de mantenimiento preventivo en las mismas.

6.4.2 Fase 2. Lista de fallas encontradas en los formatos. Con la hoja de análisis de fallo de maquinaria que se muestra en el Apéndice H, se realizó un listado con las principales fallas y causas de estas para determinar la frecuencia del mantenimiento preventivo en cada parte de las mismas.

6.4.3 Fase 3. Diseño de Plan de Mantenimiento Preventivo. En el Apéndice Q se encuentra contenido el plan de mantenimiento preventivo. Para su elaboración se tuvo en cuenta la metodología de Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) y para el diseño de acciones correctivas y preventivas se contó con el apoyo del coordinador de mantenimiento de FAICO S.A.S. y los operarios de las diferentes maquinas.

Así mismo, en el plan se enuncian una serie de repuestos e insumos de los cuales se debe mantener un stock mínimo para garantizar el menor número de paradas o inconvenientes por su carencia

Equipo	Modo de falla potencial	Efecto de la falla	Causa de la falla	Mantenimiento correctivo	Mantenimieto preventivo			
					Acción	Responsable	Frecuencia	Tiempo

Figura 21 Información contenida en el AMEF

6.4.4 Fase 4. Implementación. Con el plan elaborado en la fase anterior, se socializó en las diferentes áreas de la empresa.

Para las máquinas de la línea de ensamble, los protocolos de mantenimiento preventivo se realizan al inicio de la jornada laboral, mientras que para las máquinas que intervienen en la fabricación de la materia prima como: la rejilladora, la empastadora, y el molino que no trabajan continuamente todo el mes, se realiza los protocolos de mantenimiento preventivo en los días de descanso



Figura 22 Capacitación plan de mantenimiento preventivo

6.4.5 Fase 5. Evaluación de resultados. Siendo esta fase crucial en el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo, el coordinador de mantenimiento están al pendiente de la correcta aplicación de los protocolos de mantenimiento preventivo en las diferentes maquinas.

Los resultados obtenidos después de la implementación de la mejora se encuentran en el siguiente capítulo.

7. Indicadores de gestión

Con el fin de conocer el impacto que tuvieron las mejoras implementadas durante el desarrollo del proyecto se diseñó e implementó un sistema de indicadores que permite ver de forma cuantitativa y gráfica dicho comportamiento. A continuación se describe cada uno de ellos y se muestra la ficha técnica para cada indicador.

La ficha técnica contiene el objetivo, la fuente de donde se obtendrán los datos, la fórmula para el cálculo del indicador, la unidad de medición, la frecuencia con que se va a calcular y el responsable de su control y cumplimiento.

- Para hacer seguimiento a la Propuesta 1 Reestructurar los procesos en la línea de ensamble, se plantearon dos indicadores descritos a continuación:

7.1 Indicador *Variación del tiempo en el proceso de ensamble*

Tabla 14.

Ficha técnica del indicador variación del tiempo del proceso de ensamble

Variación del tiempo en el proceso de ensamble	
Objetivo:	Medir la variación de tiempo en el proceso de ensamble antes y después de la reestructuración.
Fuente de datos:	Estudio de tiempos
Fórmula:	$\frac{\text{Tiempo final} - \text{Tiempo inicial}}{\text{Tiempo inicial}} * 100$
Unidad de medición:	Porcentaje (%)
Responsable	Autora del proyecto

Los resultados obtenidos en el tiempo empleado para el ensamble de las baterías (desde la fabricación del sobre hasta el armado de la caja) antes y después de la implementación de la propuesta de mejora 1 se muestran en la Tabla 15. Dicha información fue tomada de los estudios de tiempos que se encuentran en los apéndices E y R.

Tabla 15.

Variación del tiempo en el proceso de ensamble

Tiempo del proceso de ensamble			
(Desde la fabricación del sobre hasta el armado de la caja)			
Familia	Diagnóstico	Después de la implementación de la propuesta de mejora 1	Porcentaje de mejora (%)
1	00:23:02	0:20:24	11,43
2	00:28:57	0:25:50	10,75
3	00:47:46	0:41:46	12,57
4	01:04:53	0:58:26	9,95

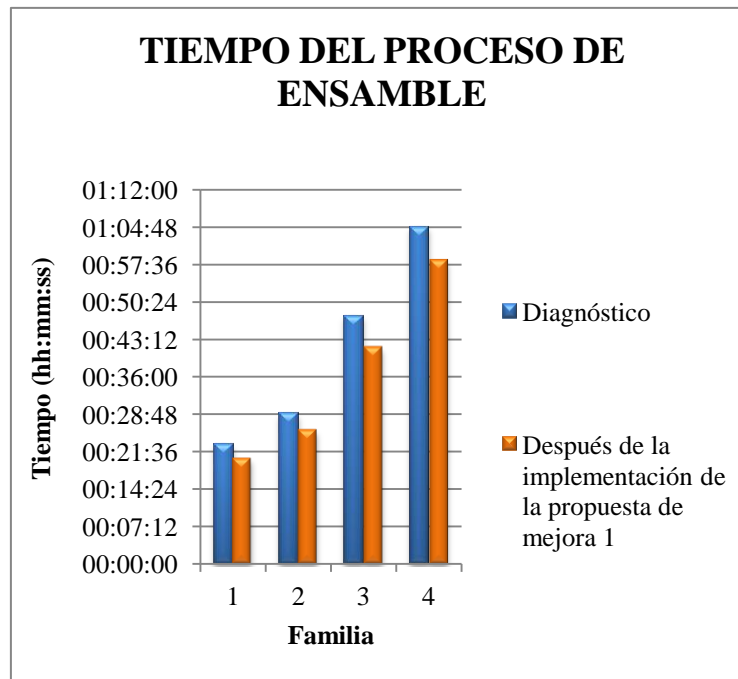


Figura 23 Variación del tiempo en el proceso de ensamble

7.2 Indicador *Porcentaje de garantías recibidas por sobres rotos*

Tabla 16.

Ficha técnica del indicador porcentaje de garantías recibidas por sobres rotos

Porcentaje de garantías recibidas por sobres rotos	
Objetivo:	Medir el porcentaje de baterías ingresadas a garantía por sobres rotos respecto al número de garantías totales
Fuente de datos:	Formato análisis técnico por reclamo de garantías
Fórmula:	$\frac{\text{Número de garantías ingresadas por sobres rotos}}{\text{Número de garantías ingresadas totales}} * 100$
Unidad de medición:	Porcentaje (%)
Frecuencia:	Mensual
Responsable	Jefe de calidad y desarrollo

Para la aplicación de este indicador sólo se tienen en cuenta las baterías fabricadas a partir del mes de diciembre de 2017 (fecha de implementación de la propuesta de mejora 1 descrita en el presente proyecto).

A la fecha no ha ingresado por garantía ninguna batería por problemas con sobres rotos, fabricada después de la implementación de la mejora 1.

La empresa continuará con el seguimiento a esta mejora dado que las garantías tienen una vigencia de doce meses.

- Para evaluar el impacto de la propuesta de mejora 2 Adecuación de los moldes de la rejilladora, se diseñaron tres indicadores que se muestran a continuación:

7.3 Indicador *Variación del tiempo de procesamiento de la pasta*

Tabla 17.

Ficha técnica del indicador variación del tiempo de procesamiento de la pasta

Variación del tiempo de procesamiento de la pasta	
Objetivo:	Medir la variación de tiempo de procesamiento de la pasta antes y después de la adecuación de los moldes de la rejilladora
Fuente de datos:	Estudio de tiempos
Fórmula:	$\frac{\text{Tiempo final} - \text{Tiempo inicial}}{\text{Tiempo inicial}} * 100$
Unidad de medición:	Porcentaje (%)
Responsable	Autora del proyecto

Con los datos obtenidos en el diagnóstico se determinó que el tiempo de procesamiento de la pasta era de 00:47:05 (hh:mm:ss), al realizar el aumento en la bandera de la rejilla de 5mm se

obtuvo un tiempo de procesamiento de 00:40:15 (hh:mm:ss) representando porcentaje de mejora del 14,51%. La información para el cálculo del indicador fue tomada de los apéndices E y S.

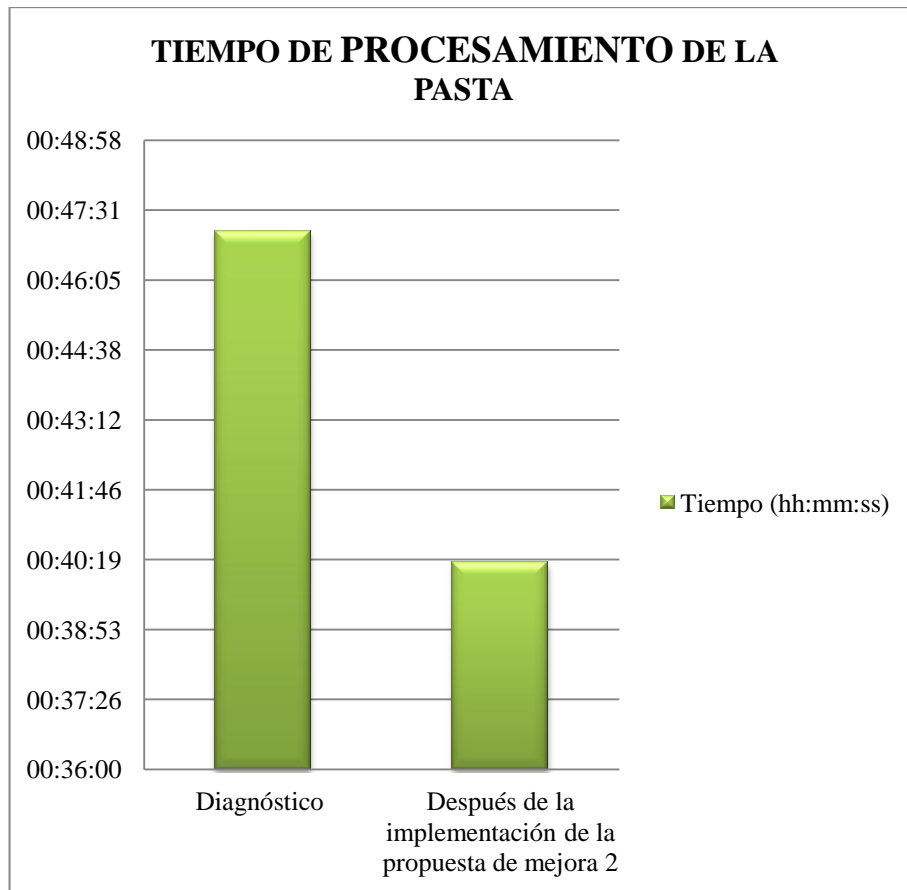


Figura 24 Variación del tiempo de procesamiento de la pasta

7.4 Indicador *Porcentaje de desperdicio de rejillas en el proceso de empaste*

Tabla 18.

Ficha técnica del indicador porcentaje de desperdicio de rejillas en el proceso de empaste

Porcentaje de desperdicio de rejillas en el proceso de empaste	
Objetivo:	Medir el porcentaje de rejillas dañadas respecto al total de rejillas consumidas
Fuente de datos:	Formato Control de producción de placa
Fórmula:	$\frac{\text{Unidades defectuosas}}{\text{Unidades consumidas}} * 100$
Unidad de medición:	Porcentaje (%)
Frecuencia:	Mensual
Responsable	Jefe de calidad y desarrollo

En la Figura 25 se muestra el desperdicio de rejillas en el proceso de empaste desde el mes de septiembre de 2017 hasta el mes de enero de 2018; en ella se evidencia la disminución del desperdicio después de la adecuación de los moldes de la rejilladora.

Tabla 19.

Porcentaje de desperdicio de rejillas en el proceso de empaste

Mes	Rejillas consumidas	Rejillas dañadas	Porcentaje de desperdicio
Septiembre	143946	6060	4,210%
Octubre	139260	6369	4,573%
Noviembre	140280	6500	4,634%
Diciembre	90060	1530	1,699%
Enero	42950	550	1,281%

Nota: Adaptado de información suministrada FAICO S.A.S

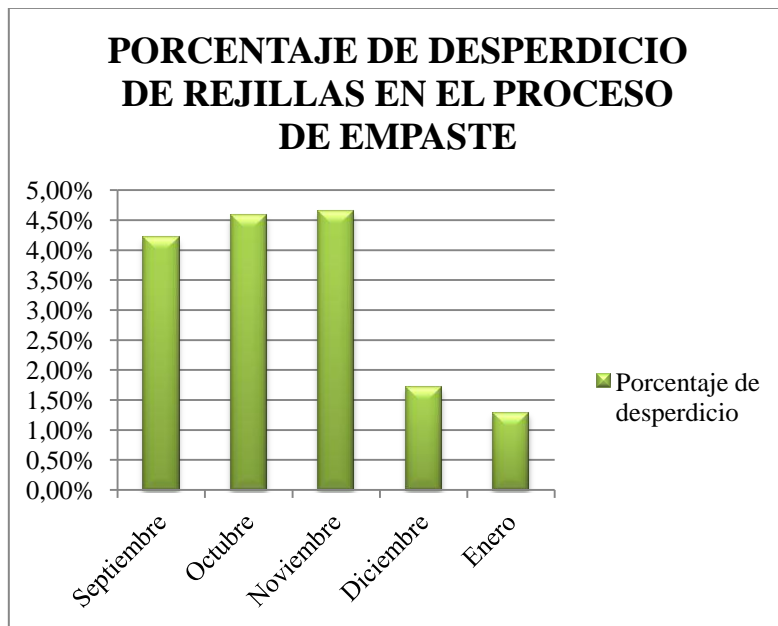


Figura 25 Porcentaje de desperdicio de rejillas en el proceso de empaste. Adaptado de información suministrada empresa FAICO S.A.S.

Así mismo, en la Tabla 20 se muestra el costo por producto dañado antes y después de la implementación de la propuesta de mejora. En ella se evidencia una disminución significativa en el costo después del aumento en la bandera de la rejilla.

Para los meses de diciembre de 2017 y enero de 2018 se logró una disminución en los costos de rejillas dañadas de \$2.455.980 y \$493.000 que representan el 76% y 64% respecto a los meses inmediatamente anteriores.

Tabla 20.

Costo de las rejillas dañadas en el proceso de empaste

Mes	Costo de rejillas dañadas
Septiembre	\$3.030.260
Octubre	\$3.310.910
Noviembre	\$3.225.400
Diciembre	\$769.420
Enero	\$275.640

Nota: Adaptado de información suministrada FAICO S.A.S.

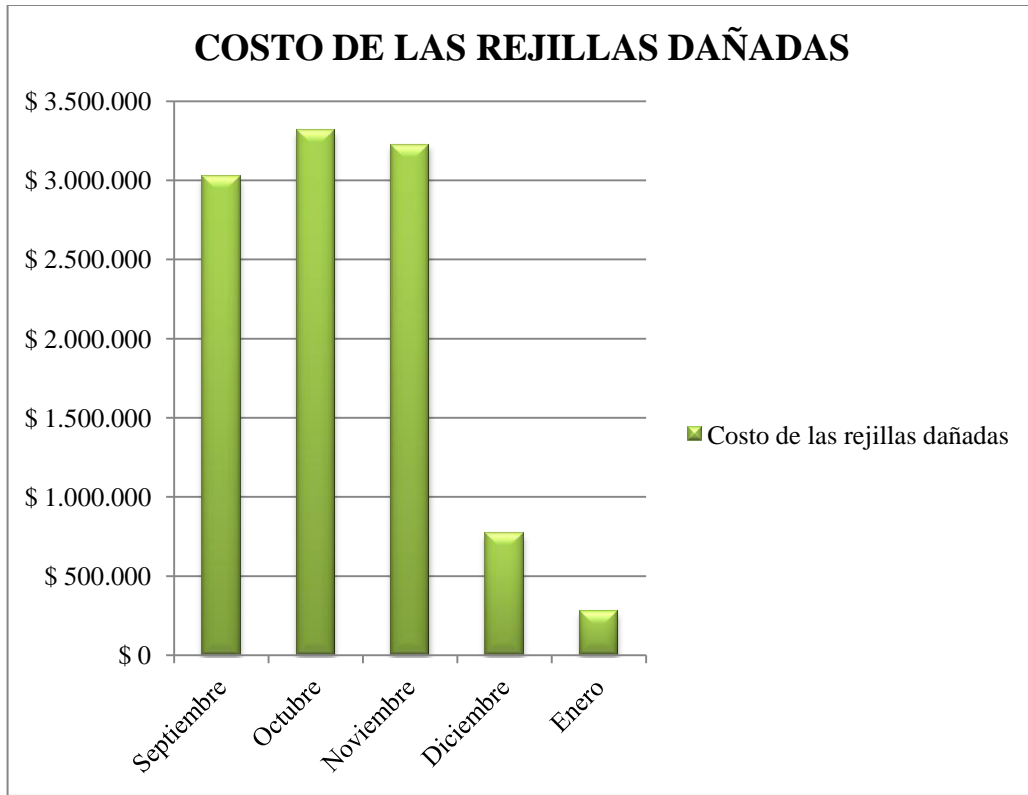


Figura 26 Costo de las rejillas dañadas en el proceso de empaste. Adaptado de información suministrada empresa FAICO S.A.S.

7.5 Indicador Porcentaje de garantías recibidas por plaquetas desprendidas

Tabla 21.

Ficha técnica del indicador porcentaje de garantías recibidas por plaquetas desprendidas

Porcentaje de garantías recibidas por plaquetas desprendidas	
Objetivo:	Medir el porcentaje de baterías ingresadas a garantía por plaquetas desprendidas respecto al número de garantas totales
Fuente de datos:	Formato análisis técnico por reclamo de garantías
Fórmula:	$\frac{\text{Número de garantías ingresadas por plaquetas desprendidas}}{\text{Número de garantías ingresadas totales}} * 100$
Unidad de medición:	Porcentaje (%)
Frecuencia:	Mensual
Responsable	Jefe de calidad y desarrollo

Para la aplicación de este indicador sólo se tienen en cuenta las baterías fabricadas a partir del mes de diciembre de 2017 (fecha de implementación de la propuesta de mejora 2 descrita en el presente proyecto).

A la fecha no ha ingresado por garantía ninguna batería por problemas con plaquetas desprendidas, fabricada después de la implementación de la mejora 2.

La empresa continuará con el seguimiento a esta mejora dado que las garantías tienen una vigencia de doce meses.

7.6 Indicador *Porcentaje de garantías recibidas*

Tabla 22.

Ficha técnica del indicador porcentaje de garantías recibidas

Porcentaje de garantías recibidas	
Objetivo:	Medir el porcentaje de baterías ingresadas por garantía respecto al número de baterías fabricadas
Fuente de datos:	Formato análisis técnico por reclamo de garantías
Fórmula:	$\frac{\text{Número de garantías ingresadas}}{\text{Número de baterías fabricadas}} * 100$
Unidad de medición:	Porcentaje (%)
Frecuencia:	Mensual
Responsable	Jefe de calidad y desarrollo

Para la aplicación de este indicador sólo se tendrán en cuenta las baterías fabricadas a partir del mes de diciembre de 2017 (fecha de implementación de las propuestas de mejora 1 y 2 descritas en el presente proyecto).

A la fecha no ha ingresado por garantía ninguna batería por problemas con sobres rotos o plaquetas desprendidas, fabricada después de la implementación de las mejoras 1 y 2.

La empresa continuará con el seguimiento a esta mejora dado que las garantías tienen una vigencia de doce meses.

- El siguiente indicador mide el efecto de la Propuesta 4. Plan de mantenimiento preventivo sobre el tiempo de parada por fallas en la maquinaria

7.7 Indicador Porcentaje de paradas por fallas en la maquinaria

Tabla 23.

Ficha técnica del indicador porcentaje de paradas por fallas en la maquinaria

Porcentaje de paradas por fallas en la maquinaria	
Objetivo:	Medir el porcentaje de horas paradas respecto al total de horas trabajadas en cada periodo
Fuente de datos:	Formato hoja de análisis por fallos en la maquinaria y reporte de producción
Fórmula:	$\frac{\text{Número de horas paradas}}{\text{Número de horas trabajadas}} * 100$
Unidad de medición:	Porcentaje (%)
Frecuencia:	Mensual
Responsable	Coordinador de mantenimiento

Después de implementar el plan de mantenimiento preventivo en las diferentes máquinas se evidencia que disminuyó el porcentaje de paradas por fallas en casi todas las máquinas. En la ensobradora que era la máquina que más paradas por fallas presentaba en el diagnóstico se refleja un cambio y un porcentaje de mejora bastante significativo; mientras que para la rejilladora no se evidencia el cambio, esto se debe a que la empresa está iniciando el proceso de adquisición de repuestos para mantener un nivel de inventario y durante el mes de enero de 2018 aun no contaba aun con todos los repuestos prolongando así este tiempo.

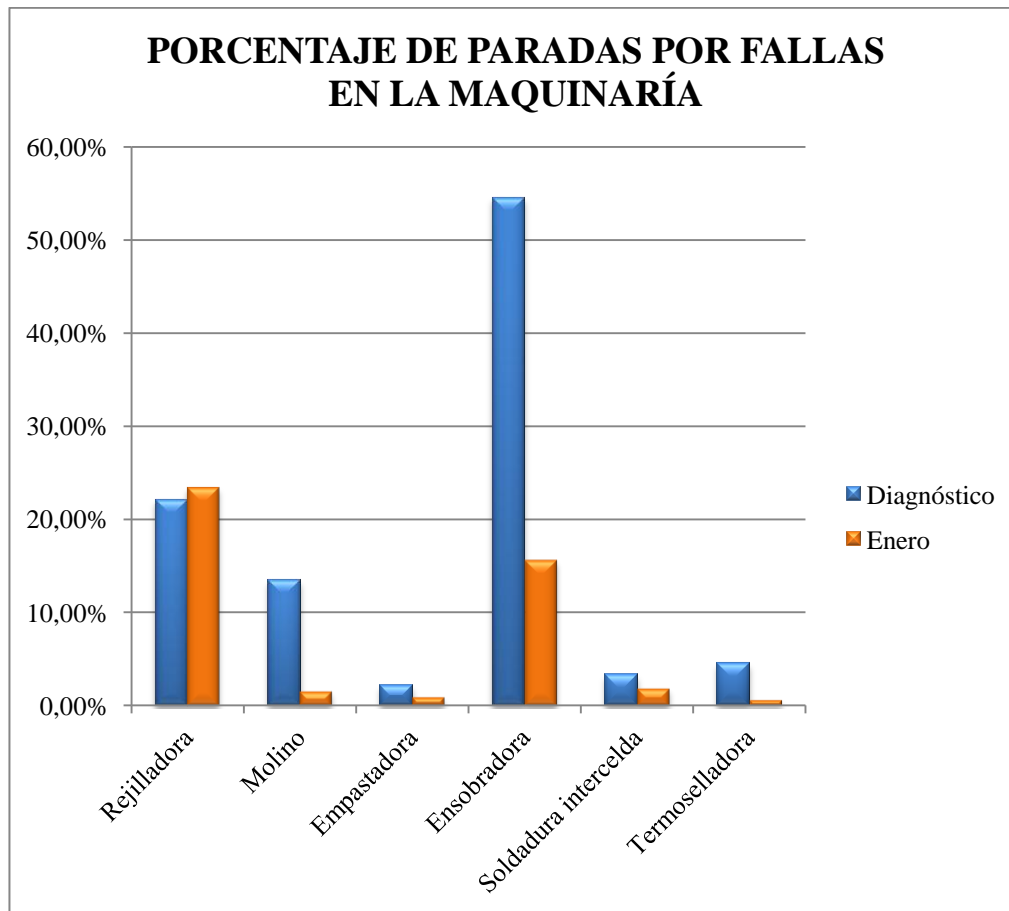


Figura 27 Porcentaje de paradas por fallas en la maquinaria. Adaptado de información suministrada empresa FAICO S.A.S.

8. Conclusiones

- El uso de herramientas cuantitativas y cualitativas como: diagrama de operaciones, diagrama de recorrido, diagrama de pareto, estudio de tiempos y análisis de capacidad, fueron fundamentales en la etapa del diagnóstico ya que permitieron identificar oportunidades de mejora en los diferentes procesos.
- Para la realización del plan de mejoramiento se priorizaron los procesos identificados como responsables de las fallas en las baterías que ingresaban por garantía en este caso el de elaboración de las rejillas y el armado de grupos; dado que estos problemas son percibidos por el cliente afectando la imagen y su posicionamiento en el mercado.
- En la implementación de las mejoras se contó con el apoyo y disposición tanto de los directivos como de los operarios facilitando así el desarrollo de estas.
- Al implementar la propuesta “adecuación de los moldes de la rejilladora”, se obtuvo una disminución en el tiempo de procesamiento de la pasta de aproximadamente 7 minutos y una reducción en el desperdicio de rejillas del 63% para el mes de diciembre de 2017 y del 25% para el mes de enero de 2018, respecto al mes inmediatamente anterior.
- Después de implementar la propuesta “reestructuración de la línea de ensamble”, se obtuvo una disminución en el tiempo de ensamble para las baterías pequeñas del 11,43%, para las medianas del 10,75%, para las grandes 12,57% y para extra grandes de 9,95%.
- Los procesos automatizados presentaban una gran dependencia con los operarios y variabilidad en los resultados, razón por la cual se estableció documentarlos y estandarizarlos. Para ello se crearon los procedimientos para la elaboración de rejillas, producción de óxido de

plomo, elaboración de la pasta, sellado de las baterías y soldadura de conexiones internas con sus respectivos diagramas de flujo.

- La estandarización de los procesos no sólo garantiza que todos los operarios realicen las actividades de la misma manera, sino que también permite tener menor tiempo en la ejecución del proceso y resultados más estables.
- Con la implementación del plan de mantenimiento preventivo se logró una reducción en el tiempo perdido de paradas por fallas en la maquinaria principalmente en la termoselladora del 3,89%, en el molino 11,84%, y en la ensobradora del 38,94%.
- A la fecha no ha ingresado ninguna batería fabricada después del mes de diciembre de 2017 (fecha en la cual se implementaron las propuestas Reestructuración de la línea de ensamble y Adecuación de los molde de la rejilladora), a causa de sores rotos o plaquetas desprendidas.
- Los indicadores de gestión son una herramienta fundamental para la empresa ya que permiten llevar un control, evaluar la efectividad de las mejoras implementadas y facilitar la toma de decisiones futuras.

9. Recomendaciones

Con el propósito de apoyar el compromiso de FAICO S.A.S. con el mejoramiento continuo y la satisfacción de sus clientes se recomienda:

- Integrar el módulo de garantías al sistema de información que la empresa maneja actualmente, con el fin de tener la información en tiempo real sobre las fallas que presentan las baterías.
- Realizar capacitaciones y revisiones periódicamente a los operarios por parte del jefe de producción y jefe de calidad y desarrollo para garantizar el cumplimiento de la aplicación de los procedimientos en cada uno de los procesos automatizados.
- Diseñar un sistema de planificación de requerimiento de materiales e integrarlo al sistema de información que maneja la empresa, con el fin evitar paradas e incumplimientos en las entregas por falta de materia prima.
- Realizar el proceso de documentación y estandarización a los procesos manuales con el fin de facilitar su ejecución y lograr resultados estables en cada uno de ellos.
- Para evitar paradas imprevistas por fallas en la maquinaria, se recomienda al coordinador de mantenimiento continuar con el seguimiento del plan de mantenimiento preventivo junto con la actualización del AMEF (Análisis de modo y efecto de falla) y la hoja de vida las máquinas.
- Con el fin de mejorar el compromiso de los operarios con la empresa, se recomienda a los directivos del área de producción generar espacios de diálogo y recepción de inquietudes y sugerencias.
- Continuar con el seguimiento a las mejoras implementadas.

Referencias bibliográficas

Arnoletto, E. J. (2000). *Administración de la producción como ventaja competitiva*.

Caso Neira, A. (2006). *Técnicas de medición del trabajo* (Segunda edición ed.). Madrid: Fundación Confemetal.

Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros*. México: McGraw-Hill.

Correa, S. J. (2015). Mejoramiento del sistema productivo de la harinera Pardo S.A. *Tesis de pregrado*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Durán Casadiego, N., & Cárdenas Guerrero, H. (2017). Análisis y mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Inversiones Hidrospa Ltda. *Tesis de pregrado*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

García Criollo, R. (2005). *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: McGraw-Hill.

Harrington, H. J. (1992). *Mejoramiento de los procesos la empresa*. Bogotá: McGraw-Hill.

Krajewski, L. J., & Ritzman, L. P. (2000). *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. México: Pearson Educación.

Ortiz Pimiento, N. R. (2014). *Técnicas básicas para el análisis y mejoramiento de la productividad en procesos de manufactura*. Obtenido de <http://es.calameo.com/read/004173607614b5629b280>

Palacios Acero, L. C. (2016). *Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos*. ECOE ediciones.

Ruiz Orjuela, E. T. (2013). Mejoramiento de los procesos productivos en industrias LAVCO LTDA. *Tesis de pregrado* . Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Summers, D. C. (2006). *Administración de la calidad*. México: Pearson Educación.