



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**MEJORAS A LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENVASES DE
ALUMINIO EN ENVASES UNIVERSALES REXAM DE CENTROAMÉRICA, S.A.**

Jorge Gonzálo Chitón Lemus

Asesorado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, abril de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORAS A LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENVASES DE
ALUMINIO EN ENVASES UNIVERSALES REXAM DE CENTROAMÉRICA, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JORGE GONZÁLO CHITÓN LEMUS

ASESORADO POR LA INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MEJORAS A LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENVASES DE ALUMINIO EN ENVASES UNIVERSALES REXAM DE CENTROAMÉRICA, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha octubre 2014.



Jorge Genzalo Chitón Lemus



Guatemala, 10 enero de 2017.
REF.EPS.DOC.04.01.17.

Ingeniera
Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Présente

Estimada Inga. Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Jorge Gonzalo Chitón Lemus**, Carné No. **200924427** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **MEJORAS A LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENVASES DE ALUMINIO EN ENVASES UNIVERSALES REXAM DE CENTROAMÉRICA, S.A.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



NISZ/ra



Guatemala, 10 enero de 2017.

REF.EPS.D.04.01.17

Ingeniero
Juan José Peralta
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Peralta:

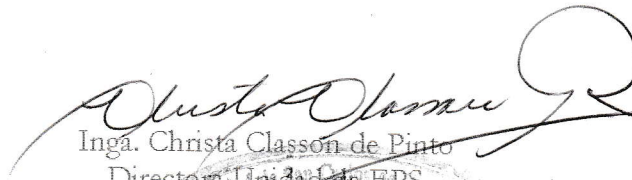
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **MEJORAS A LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENVASES DE ALUMINIO EN ENVASES UNIVERSALES REXAM DE CENTROAMÉRICA, S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Jorge Gonzalo Chitón Lemus** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña.

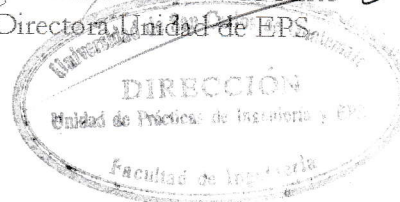
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS



CCdP/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORAS A LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENVASES DE ALUMINIO EN ENVASES UNIVERSALES REXAM DE CENTROAMÉRICA, S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Gonzalo Chitón Lemus**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

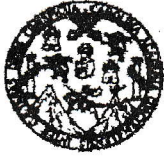
“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2017.

/mgp



REF.DIR.EMI.041.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **MEJORAS A LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENVASES DE ALUMINIO EN ENVASES UNIVERSALES REXAM DE CENTROAMÉRICA, S. A.**, presentado por la estudiante universitaria **Jorge Gonzalo Chitón Lemus**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2018.

/mgp



Ref. DTG.122-2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **MEJORAS A LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENVASES DE ALUMINIO EN ENVASES UNIVERSALES REXAM DE CENTROAMÉRICA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Jorge Gonzalo Chitón Lemus**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, abril de 2018

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la fortaleza y fuerza para lograr esta meta.
Mis padres	Rosalio Chitón y Margarita Lemus, por ser la fuente de inspiración.
Mi hermana	Arcely Chitón, por brindarme su apoyo incondicional en la lucha por lograr mi meta.
Mi novia	Adilene de León, por brindarme su amor, paciencia en momentos difíciles y hacerme sonreír en momentos de dificultad.
Mis amigos	Byron Zavala, René Samayoa, Alirio Iteriano, Walter Ubeda, Kimberly Palma, Jorge Caraballo, Bryllan Vásquez y Gabriel Ramírez, por darme siempre su apoyo.
Eduardo Cisneros	Por darme su esencia para dar lo mejor de mí.
Norma Ileana Sarmiento	Por ser la guía para llegar al final de la meta.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de aprendizaje e inspiración.
Facultad de Ingeniería	Por ser mi <i>alma mater</i> donde aprendí a dar mis primeros pasos en este recorrido.
Mis amigos de la Facultad	Byron Zavala, René Samayoa, Alirio Iteriano, Walter Ubeda, Sheyla Robledo y Renato Sánchez.
Gran amiga	Hélida Ronquillo, por brindarme su amor para lograr la meta.
Mi segunda familia	María Hernández, Luis y Maynor Mixtun, por apoyarme en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. GENERALIDADES DE ENVASES UNIVERSALES REXAM DE CENTROAMÉRICA, S.A.	1
1.1. Descripción.....	1
1.1.1. Política integral	4
1.1.2. Visión.....	4
1.1.3. Misión	4
1.1.4. Proceso de producción	4
1.1.5. Formado de copa.....	5
1.1.6. Estirado de copa.....	6
1.1.7. Recortado de bote aluminio	7
1.1.8. Proceso de lavado del bote de aluminio	8
1.1.9. Proceso aplicación de barniz en domo de bote de aluminio	9
1.1.10. Proceso decorado de bote aluminio	10
1.1.11. Proceso secado de la impresión de envase de aluminio	11
1.1.12. Proceso de aplicación de barniz interior esprayer ..	12

1.1.13.	Proceso de curado de barniz interior IBO.....	13
1.1.14.	Proceso de formación de cuello del bote aluminio.....	14
1.1.15.	Proceso de paletizado del bote aluminio.....	15
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. MEJORAS A LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENVASES DE ALUMINIO.....	17
2.1.	Diagnóstico de la situación actual	17
2.1.1.	Análisis FODA	18
2.2.	Productividad inicial.....	21
2.2.1.	Seguridad	24
2.2.2.	Calidad	25
2.2.3.	Eficiencia	26
2.2.4.	Merma	27
2.3.	Plan de mejoras	30
2.3.1.	Formación de equipos de trabajo	30
2.3.2.	Identificación de problemas.....	32
2.3.3.	Formato de seguimiento de problemas	32
2.3.4.	Diseño de bitácora de seguimiento de problemas...34	
2.3.5.	Análisis de problemas críticos	35
2.3.6.	Condiciones óptimas de operación	48
2.4.	Herramientas en el análisis de solución de problemas	64
2.4.1.	Lluvia de ideas	65
2.4.2.	Análisis causa-raíz	66
2.4.3.	Análisis 3D	66
2.4.4.	Diagrama de Pareto	72
2.4.5.	5´S orden y limpieza.....	74
2.4.6.	Lección en un punto	76

2.4.7.	Check List de reuniones efectivas	79
2.4.8.	PDCA.....	81
2.5.	Resultados de las mejoras realizadas	83
2.5.1.	Seguridad	83
2.5.2.	Calidad	84
2.5.3.	Eficiencia	85
2.5.4.	Merma	86
2.5.5.	Mejoras en seguridad	88
2.5.6.	Mejoras en calidad.....	88
2.5.7.	Mejoras en eficiencia	88
2.5.8.	Mejoras en merma.....	91
2.6.	Costo de las mejoras.....	92
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN DE REDUCCIÓN DE CONTAMINACIÓN CAUSADA POR FUGAS EN LAS DIFERENTES MÁQUINAS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN	95
3.1.	Diagnóstico de las fugas de soluble en área de <i>Front End</i>	95
3.1.1.	Análisis de fugas de soluble	98
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN PARA EL PERSONAL DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.....	109
4.1.	Diagnóstico de las necesidades de capacitación	109
4.2.	Plan de capacitación	112
4.2.1.	Capacitación de roles y reglas para los equipos de trabajo.....	115
4.2.2.	Reglas	116
4.2.3.	Roles	116
4.2.4.	Capacitación filosófica (misión, visión y valores) ..	117
4.2.5.	Capacitación reuniones efectivas	117

4.2.6.	Capacitación de importancia de realizar mantenimiento y condiciones de las máquinas	117
4.2.7.	Capacitación 5´s en área de <i>Fron End</i>	118
4.2.8.	Capacitación de conceptos básicos de detección causa-efecto (Ishikawa) 5 porqués.....	118
4.2.9.	Capacitación control de la bitácora reuniones.....	118
4.2.10.	Capacitación en PDCA equipos de trabajo	118
4.2.11.	Sistema de análisis y solución de problemas	119
4.3.	Resultados de capacitaciones.....	119
4.4.	Costos de la capacitación	122
CONCLUSIONES.....		125
RECOMENDACIONES		127
BIBLIOGRAFÍA.....		129

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Organigrama de la empresa	3
2. Máquina <i>Cupper</i>	5
3. Máquina <i>Body Maker</i>	6
4. Máquina <i>Trimmer</i>	7
5. Proceso de lavado de bote aluminio.....	8
6. Estación para aplicación de barniz de domo	9
7. Máquina impresora	10
8. Horno <i>pin oven</i>	11
9. Aplicación de barniz interior	12
10. Proceso de curado de barniz interior IBO.....	13
11. Máquina <i>Necker</i>	14
12. Proceso de paletizado de bote aluminio terminado	15
13. Diagrama de Ishikawa	23
14. Seguridad antes de mejoras abril-octubre	25
15. Reclamos antes de mejoras abril-octubre	26
16. Eficiencia antes mejoras abril-octubre	27
17. Merma antes de mejoras abril-octubre	28
18. Formación de equipos de trabajo	31
19. Bitácora electrónica de seguimiento de problemas	35
20. Matriz de criterios	36
21. Condiciones óptimas de operación de <i>Cupper</i>	50
22. Condiciones óptimas de operación de <i>Body Maker</i>	51

23.	Condiciones óptimas lavadora	53
24.	Condiciones óptimas de operación de UV	55
25.	Condiciones óptimas de operación de decoradoras	56
26.	Condiciones óptimas de operación de <i>Pin Oven</i>	57
27.	Condiciones óptimas de operación de Esprayer	58
28.	Condiciones óptimas de operación de IBO	59
29.	Condiciones óptimas de operación de Necker	61
30.	Condiciones óptimas de operación de transportes	62
31.	Rotafolio con parámetros óptimos de operación	64
32.	Análisis y solución de problema	67
33.	Formato 3D	71
34.	Lección en un punto: cambio de leva de alimentación.....	77
35.	Evaluación reuniones	80
36.	PDCA equipos de trabajo.....	82
37.	Seguridad con implementación de mejoras noviembre-junio.....	84
38.	Reclamos con implementación de mejoras noviembre-junio.....	85
39.	Eficiencia con implementación de mejoras noviembre-junio.....	86
40.	Eficiencia con implantación de mejoras noviembre-junio.....	87
41.	Análisis de eficiencia con mejoras	90
42.	Productividad	92
43.	Diagrama Ishikawa fase de investigación	97
44.	Fugas por mangueras rotas	99
45.	Fugas por bandejas de recolección rotas	100
46.	Fugas por generación de espuma.....	101
47.	Fugas empaque dañado de yugo.....	103
48.	Empaque silicón en <i>Body Maker</i>	106
49.	Reparación de dosificador de antiespumante	107
50.	Diagrama Ishikawa fase de capacitación	111

TABLAS

I. Matriz FODA.....	21
II. Productividad inicial antes de la mejora	29
III. Eficiencia inicial	29
IV. Formato de seguimiento de problemas	34
V. Problemas de categoría A.....	40
VI. Problemas de categoría B.....	44
VII. Problemas de categoría C.....	47
VIII. Dimensión uno	68
IX. Dimensión dos.....	69
X. Dimensión tres	70
XI. Diagrama de Pareto	74
XII. Formato de 5´s.....	75
XIII. Evaluación reuniones	81
XIV. Cuadro comparativo producción inicial y actual	91
XV. Análisis de eficiencia con mejoras.....	93
XVI. Corrección de fugas de soluble, semestral 100 millones.....	105
XVII. Presupuesto para diagnóstico de las fugas de soluble.....	108
XVIII. Plan de capacitación equipos de trabajo ECA.....	113
XIX. Resultado capacitación equipo de trabajo A.....	120
XX. Resultado capacitación equipo de trabajo B	121
XXI. Resultado capacitación equipo de trabajo C	122
XXII. Costos de la capacitación.....	123

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grados centígrados
Hg/mm	Pulgadas de mercurio
M	Metro
Mm	Milímetro
Nm	Nanómetro
MI	Mililitro

GLOSARIO

ACC	Químico compuesto a base de ácido fluorhídrico cuya función es la remoción de la contaminación inorgánica de las latas.
Acidez libre	Valor que indica la cantidad de principio activo disponible en la solución de lavado químico de las latas.
Acidez total	Valor que indica la cantidad de ácidos y material activo en la solución química, señalando cuán contaminada está la solución del lavado químico de las latas.
Acuatubular	Término con el que se designan a las calderas donde el agua se encuentra dentro de los tubos.
Agua DI	Agua desmineralizada, libre de todas las sales minerales.
Aleante	Elemento que se mezcla homogéneamente con el aluminio para proporcionar ciertas características y propiedades.

Asas	Piezas generalmente curvas que sobresalen de un objeto y sirve para tomarlo con la mano.
Automatización	Uso de sistemas computarizados y electromecánicos para controlar las máquinas y el proceso productivo.
Barniz	Disolución de una o más sustancias resinosas en un disolvente que se volatiliza dando como resultado una capa o película.
<i>Benchmarking</i>	Proceso sistemático para evaluar comparativamente los productos, servicios y procesos de trabajo.
<i>Body Maker</i>	Máquina que forma la lata por medio de estirado del aluminio.
Boquillas	Equipos que tienen como objetivo esparcir el barniz interior atomizadoras a las latas.
Bote brillante	Lata que sale del horno de secado de la lavadora y que se encuentra en el transporte hasta antes de entrar a las impresoras.
Bote húmedo	Lata que sale de las <i>Body Makers</i> y que se encuentra en el transporte hasta antes de la entrada del horno de la lavadora.

Check list	Son formatos para la verificación de una actividad o proceso.
Cinta flejadora	Cinta plástica que se coloca de forma vertical en los pallets y sirve para amarrar todos los niveles y brindar seguridad al producto.
Clene	Producto químico compuesto a base de ácido sulfúrico, surfactantes y emulsificantes que tiene como función la remoción de toda la contaminación orgánica pesada en las latas.
Coalescencia	Propiedad de ciertas sustancias y cosas para unirse o fundirse con otras en una sola.
Copas	Producto de la máquina <i>Cupper</i> , son recipientes tipo cenicero producto del troquelado del aluminio.
Cor-rinse	Agente que se le aplica a las latas en la lavadora para mejorar la movilidad y desplazamiento en el transporte.
Cupper	Máquina troqueladora de la lámina de aluminio que forma 1 máquina troqueladora de la lámina de aluminio que forma 15 copas en cada golpe.
Curado	Proceso de secado de los barnices o tintas que se aplican en las latas.

Domo	Parte inferior curva que tienen las latas.
<i>Drag-out</i>	Lavado con agua que se realiza a las latas con el objetivo de detener la reacción química en el tratamiento químico.
FDA	Agencia de Estados Unidos responsable de Administración de alimentos y medicamentos.
Impresora	Máquina rotativa en donde se imprimen los diseños de las latas.
<i>Knockout Ram</i>	Herramienta que forma el cuello de las latas.
Latas	Se refiere a todo envase metálico. En este caso se denomina lata o bote a los envases de aluminio que se fabrican en la empresa.
<i>Layout</i>	Esquema de distribución de los elementos y equipos en la planta de producción.
<i>Light tester</i>	Equipo de revisión de las latas para verificar que no lleven <i>Pin hole</i> .
Luz UV	Radiación electromagnética emitida por la región del espectro que ocupa la región intermedia entre la luz visible y los rayos X, esta sirve para curar el barniz del domo de las latas.

MA	Mecánico de apoyo.
Mantillas	Especie de manta o cubierta de caucho que recubre un cilindro intermedio, que transmite la imagen de forma definitiva a la lata mediante un proceso de presión.
Milivoltaje	Indicador de la cantidad de flúor presente en la solución química del tratamiento químico.
MT	Mecánico de transportes.
<i>Pallet</i>	Embalaje de latas que se forma de una tarima plástica, separadores, fleje, película plástica y marcos para 8,000 unidades aproximadamente.
PDCA	Círculo de mejora continua.
PH	Grado de acidez.
<i>Pin hole</i>	Defecto de las latas, el cual consiste en uno o varios agujeros en sus paredes.
Placa	Plancha metálica que contiene un fotopolímero en donde se graba lo que se va a imprimir, también se le denomina placa.
<i>Pressco</i>	Equipo inspector de video para detectar defectos en las latas.

PSI	Unidad de presión libra-fuerza por pulgada cuadrada.
Punzón	Herramienta de acero de alta dureza que usan las <i>Body Makers</i> para formar las latas de aluminio.
QT	Químico de turno.
RCP	Responsable control de la calidad.
Resistencia	Capacidad del aluminio para resistir esfuerzos de la tensión estiramiento.
SAP	<i>Systems, Applications and Products</i> , que es un software que usa la empresa para controlar los mantenimientos, compras y la contabilidad.
Scrap	Término para describir materiales reciclables que a diferencia del desperdicio tiene un valor monetario.
SGA	Sistema de Gestión Ambiental que se está desarrollando en la empresa.
SHO SHU DAN	Nombre para el equipo de trabajo.
Sistema DAF	Se trata de un proceso de separación de las partículas en suspensión mediante burbujas de aire. Los sólidos se adhieren a las burbujas en su recorrido ascendente y son separados en la superficie por un barredor.

Sump Tank	Tanque acumulación de soluble sucio previo al traslado hacia el filtro womack.
TBE	Técnico de <i>Back End</i> .
Telec	Técnico electrónico.
TFE	Técnico del <i>Front End</i> .
Tintas	Son pigmentos o colorantes utilizados para crear una imagen en la lata.
TPM	Mantenimiento productivo total.
Válvula espiral	Válvula que regula la potencia de los compresores de aire Sullair.
Womack	Equipo de filtración de soluble, el cual consta de 6 placas en donde se pasa el soluble a presión para extraer la suciedad y los finos de aluminio.
3´D	Formato para análisis de problemas.

RESUMEN

La empresa Envases Universales Rexam de Centroamérica, S.A. se dedica a la fabricación de envases de aluminio de 12 onzas para bebidas, dicha actividad se lleva a cabo mediante un proceso de alta tecnología que incorpora maquinaria de gran precisión, tanto para la fabricación del envase como para su control posterior, asimismo se caracteriza por poseer un grado de automatización prácticamente total. La capacidad instalada de la planta permite que la línea de producción entregue hasta 4 millones de latas al día en promedio.

Después de haber realizado y analizado el diagnóstico situacional, se observó y se identificó que dentro de la planta de Envases Universales Rexam de Centroamérica S.A. se están dando paros continuos debido a fallas en las máquinas, esto causa que el producto sea defectuoso (golpes, impresión borrosa, especificaciones técnicas incorrectas, entre otros), haya baja disponibilidad y, por lo tanto, no se logra obtener el máximo desempeño de los equipos. Actualmente, la mejora de los procesos, es fundamental para aumentar eficiencias (productividad), eliminar todo tipo de desperdicios y tratar de avanzar tanto en la tecnología como en el ahorro de recursos para innovar progresivamente y ser líder en el mercado.

Considerando la problemática se presenta como solución una propuesta para mejorar la productividad de la línea de producción de envases de aluminio que consiste básicamente en varias actividades como, formación del equipo, selección de miembros para los subequipos, definir indicadores de productividad, eficiencia, merma, seguridad y calidad, entre otros.

OBJETIVOS

General

Mejorar la línea de producción disminuyendo los paros continuos para aumentar el rendimiento de la planta por medio de la implementación de herramientas de calidad y estandarización de los procesos de producción.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual de los procesos de trabajo, que incluya, operarios de máquinas y herramientas, para determinar las áreas que necesitan mejoras.
2. Crear herramientas que permitan operar máquinas de forma adecuada, por medio de lecciones que faciliten información clara de cómo operar las máquinas en procesos críticos.
3. Mejorar los equipos de trabajo para que operen correctamente las máquinas, por medio de herramientas como, el control de las fallas y control de procedimientos de operaciones.
4. Mejorar los procesos que tengan puntos críticos por fallas, para eliminar producto defectuoso.
5. Disminuir la cantidad de merma, como resultado de eliminar los paros continuos en los equipos.

6. Crear un plan de mantenimiento periódico en las máquinas para mantenerlas en condiciones óptimas de operación y así evitar fugas y derrames que contaminen el medio ambiente.
7. Realizar un plan de capacitación para que los operarios tengan los conocimientos sobre la correcta operación de las máquinas.

INTRODUCCIÓN

Envases Universales Rexam de Centroamérica, S.A., nace en noviembre de 2005 con la construcción de la planta de producción, que finalizó en julio de 2006. Se ubica a 32 kilómetros de la planta ubicada en el municipio de Amatitlán. En junio de 2007 se consolida la alianza estratégica entre Envases Universales y Rexam y es allí en donde nace Envases de Centroamérica ECA. A partir de esa fecha pasan a formar parte de dos grandes corporaciones líderes en el mercado en la fabricación de envases de aluminio como lo son Envases Universales de México y Rexam, las cuales respaldan las operaciones.

En el primer capítulo se presentan las generalidades de la empresa y la descripción del proceso de fabricación de envases de aluminio. En el segundo capítulo se presenta una propuesta para mejorar la productividad en la línea de producción. En el tercer capítulo se desarrolla un plan de reducción de contaminación causada por fugas en diferentes máquinas de la línea de producción, aplicando producción más limpia.

Seguidamente, en el cuarto capítulo, se presenta el plan de capacitación al personal de la línea de producción para mejorar los conocimientos sobre las diferentes operaciones de la línea.

1. GENERALIDADES DE ENVASES UNIVERSALES REXAM DE CENTROAMÉRICA, S.A.

1.1. Descripción

Envases de Centroamérica, nace en noviembre de 2005 con la construcción de la planta de producción ubicada a 32 kilómetros de la planta ubicada en el municipio de Amatitlán, la cual es finalizada en julio de 2006. Durante esta fecha fueron contratados los primeros colaboradores que apoyarían en el proceso operativo, dicho personal recibió capacitación en México.

En julio de 2006 se da inicio a la instalación de equipos de la planta, tarea que concluye en noviembre de 2006, fecha en la que se da inicio con las pruebas individuales de los equipos. Finalmente, el 13 de diciembre de 2006 se producen los primeros *pallets* de calidad comercial. En junio de 2007 la empresa Envases Universales consolida la alianza estratégica con la empresa Rexam, como resultado de esta alianza nace Envases de Centroamérica ECA. A partir de esa fecha se consolidan como dos grandes corporaciones líderes en el mercado en la fabricación de envases, respaldadas por Envases Universales de México y Rexam.

La operación de la planta se basa en producir latas de aluminio de 12 onzas para empresas como Kerns, Alimentos Maravilla, Jumex, Coca Cola (FEMSA), Corporación Mariposa S.A., Cervecería Hondureña, Cervecería Centroamericana, entre otros.

La planta está ubicada en el parque Industrial Flor de Campo, kilómetro 32 de la carretera al Pacífico, en jurisdicción del municipio de Amatitlán, Guatemala, C.A.

La empresa está organizada en seis departamentos: Gerencia General, Finanzas, Logística, Producción, Aseguramiento de la calidad e Ingeniería.

Gerencia General: su responsable es el gerente general de la planta, quien se encarga de dar las directrices organizacionales para el funcionamiento de todos los demás departamentos. Es el encargado de velar por los intereses de los accionistas y es el representante de la empresa ante la junta directiva de la corporación.

Finanzas: el gerente de finanzas es el responsable y debe velar por las actividades de financiamiento, inversión e indicadores financieros de la empresa para la toma de decisiones.

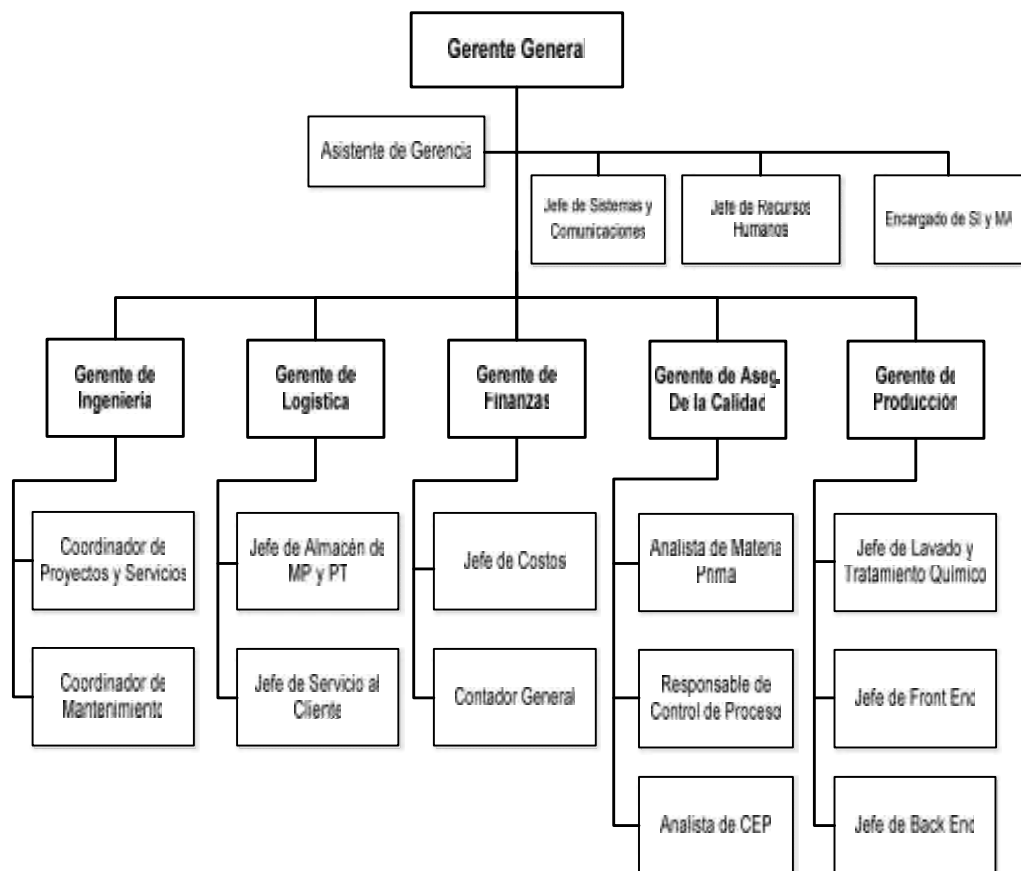
Logística: el gerente de ventas es el responsable de las ventas de la empresa, planificación de la producción, almacenamiento de producto terminado, despachos, facturación y atención al cliente.

Producción: el responsable es el gerente de producción y su función primordial es la manufactura del envase de aluminio de 12 onzas según los estándares de calidad establecidos.

Aseguramiento de la calidad: el responsable es el gerente de aseguramiento de la calidad de la planta y tiene bajo su responsabilidad el aseguramiento de los estándares de calidad de la materia prima, producto en proceso y producto terminado.

Ingeniería: dentro de sus principales funciones están: el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo de la planta de producción, gestión de proyectos de mejora e inversión, mantenimiento a la infraestructura y control de energéticos. El responsable es el gerente de ingeniería. A continuación, en la figura 1 se presenta el organigrama de la empresa objeto de estudio.

Figura 1. **Organigrama de la empresa**



Fuente: Envases Universales Rexam de Centroamérica, S.A.

1.1.1. Política integral

“En ECA se producen envases de aluminio con calidad e inocuidad satisfaciendo las necesidades de los clientes, cuidando al equipo de trabajo, medio ambiente y los intereses de los accionistas.”¹

1.1.2. Visión

“Seguir siendo la mejor opción en envases de aluminio.”²

1.1.3. Misión

“En ECA trabajamos para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, en condiciones laborales seguras y cuidando nuestro medio ambiente.”³

1.1.4. Proceso de producción

Un proceso de producción se refiere a un sistema de acciones dinámicamente interrelacionadas orientadas a la transformación de ciertos elementos “entrados”, denominados factores, en ciertos elementos “salidos”, denominados productos, con el objetivo primario de incrementar su valor, concepto este referido a la capacidad para satisfacer necesidades. El proceso de producción de envase de aluminio incluye una serie de pasos que inician con el formado de copa, estirado de copa, recortado de bote, lavado, aplicación del barniz, decorado, secado de la impresión, hasta el paletizado del bote de aluminio.

¹ Información proporcionada por Envases Universales Rexam de Centroamérica, S.A.

² *Ibíd.*

³ *Ibíd.*

1.1.5. Formado de copa

En el proceso de producción del envase de aluminio, el primer paso es el formado de copa, que es realizado por la máquina denominada *Cupper*. El proceso inicia cuando la lámina se hace pasar a través de un lubricador y se coloca en la prensa *Minster*, luego a través de un proceso de troquelado se generan 15 copas por cada golpe vertical efectuado. El desecho generado por tal acción es retirado mediante aspiración y se compacta para su reciclado. Es importante resaltar que la máquina *Cupper* es única.

En la siguiente figura se visualiza la máquina *Cupper*, en el proceso de formado de copa del envase de aluminio, asimismo, se observa el rollo de lámina a un extremo de la misma.

Figura 2. Máquina *Cupper*



Fuente: Envases Universales Rexam de Centroamérica, S.A.

1.1.6. Estirado de copa

El siguiente paso consiste en el estirado de copa, el cual pasa a través de la máquina denominada *body maker*, las copas llegan a través de transportes de malla y camas de aire hacia cada una de las formadoras de cuerpo (*body makers*) las cuales, a través de un proceso de estirado del aluminio forman el cuerpo y domo del bote.

En la siguiente figura se visualiza la máquina *body maker*, la empresa cuenta con nueve de estas máquinas, cuya función consiste en el estirado de copa de los envases de aluminio. Esta recibe las copas por medio de un transporte vertical en donde se colocan en la posición correcta para el proceso de estiramiento que ocurre dentro de la máquina.

Figura 3. Máquina *Body Maker*



Fuente: Envases Universales Rexam de Centroamérica, S.A.

1.1.7. Recortado de bote aluminio

El siguiente paso es el recortado del bote de aluminio, el cual es realizado por la máquina *Trimmer* que es la encargada de darle la altura estándar. Es decir, que en esta operación se recorta uniformemente el borde superior de la lata, además, por medio de ese recorte se le da la altura deseada.

En la siguiente figura se observa la máquina *Trimmer*, cuya función es realizar el corte estándar del bote de aluminio. La empresa cuenta con nueve máquinas *Trimmer*.

Figura 4. Máquina *Trimmer*



Fuente: Envases Universales Rexam de Centroamérica, S.A.

1.1.8. Proceso de lavado del bote de aluminio

El siguiente paso es el lavado del bote de aluminio, el cual es realizado por la máquina llamada lavadora. Por medio de un proceso de lavado químico esta máquina les quita las impurezas a los botes de aluminio.

En la siguiente figura se muestra la máquina lavadora, que se utiliza para eliminar las impurezas de los botes de aluminio. Esta lavadora es de alta eficiencia capaz de remover el aceite hidráulico y el soluble del sistema de enfriamiento impregnado, utilizados en el formado de la lata y también prepara las paredes de la lata, para que las tintas y barnices tengan una buena adherencia. La empresa cuenta solo con una máquina para dicho proceso.

Figura 5. Proceso de lavado de bote aluminio



Fuente: Envases Universales Rexam de Centroamérica, S.A.

1.1.9. Proceso aplicación de barniz en domo de bote de aluminio

El siguiente paso es agregar una película de barniz en la parte del domo del bote de aluminio para ayudar a la movilidad del transporte, tanto durante el proceso de formado de bote, como en el llenado en las embotelladoras y evitar que ocurran bloqueos en el proceso. La siguiente figura presenta la estación en la que inmediatamente después que las latas con el barniz impregnado en el domo, pasan a la estación de curado, lo cual se realiza por medio de lámparas de luz ultra violeta UV, esto con el propósito que el barniz se seque y también para que le de movilidad a los envases.

Figura 6. Estación para aplicación de barniz de domo



Fuente: Envases Universales Rexam de Centroamérica, S.A.

1.1.10. Proceso decorado de bote aluminio

El siguiente paso consiste en elaborar la impresión del diseño en la lata. Para ello, se cuenta con la máquina impresora de envases de aluminio. Para la impresión la máquina cuenta con ocho tintas distintas, según el diseño programado.

En la figura siguiente se muestra la máquina impresora de envases de aluminio, para realizar esta actividad, la máquina dispone de un rodillo barnizador de goma en el que se aplica una película de barniz exterior para proteger la tinta, así como, el diseño impreso. En la empresa se cuenta con dos máquinas para realizar esta actividad.

Figura 7. **Máquina impresora**



Fuente: Envases Universales Rexam de Centroamérica, S.A.

1.1.11. Proceso secado de la impresión de envase de aluminio

El siguiente paso consiste en secar la pintura que se realizó por medio de la impresión del diseño en la lata, para ello se utiliza el horno *pin oven*. Una vez decoradas las latas son enviadas por medio de una cadena de pernos hacia el horno de convección, el cual está formado por dos zonas con temperaturas distintas y utiliza como energía calorífica gas, a través de las cuales pasa el envase para lograr el secado correcto de las tintas y el barniz.

En la figura siguiente se visualiza el horno *pin oven*, que se utiliza para el proceso de secado de la impresión del envase de aluminio. Para el secado del bote se tienen dos máquinas.

Figura 8. Horno *pin oven*



Fuente: Envases Universales Rexam de Centroamérica, S.A.

1.1.12. Proceso de aplicación de barniz interior esprayer

El siguiente paso consiste en aplicar barniz en el interior del envase de aluminio se aplica barniz en el interior del bote a través de estas máquinas, las cuales están compuestas por dos pistolas, cada una de las cuales dirige un abanico de barniz a áreas definidas del envase.

En la siguiente figura se observa la máquina que realiza el proceso de aplicación de barniz interior. Con esta máquina se consigue un recubrimiento interior total, el cual protegerá el interior de la lata y el producto que se vaya a envasar. El barniz utilizado es base agua y aprobado por la FDA, para proteger el contacto del aluminio con el líquido con el cual será llenado. Para la aplicación de barniz interior se tienen diez máquinas.

Figura 9. **Aplicación de barniz interior**



Fuente: Envases Universales Rexam de Centroamérica, S.A.

1.1.13. Proceso de curado de barniz interior IBO

El siguiente paso consiste en curar el barniz aplicado por esprayar este lo realiza el horno IBO, el horno de convección, el cual está formado por dos zonas con temperaturas distintas y utiliza como energía calorífica gas, ó a través de las cuales pasa el bote para lograr el secado correcto de las tintas y el barniz.

En la siguiente figura se observa la máquina que se encarga del curado de barniz interior de los envases de aluminio. Para el curado del bote la empresa cuenta solamente con una máquina.

Figura 10. **Proceso de curado de barniz interior IBO**



Fuente: Envases Universales Rexam de Centroamérica, S.A.

1.1.14. Proceso de formación de cuello del bote aluminio

El siguiente paso es la formación del cuello y pestaña del bote el cual lo realiza la máquina Necker. Como primer paso es aplicada una capa de cera grado alimenticio alrededor de la parte superior, posteriormente y de forma gradual a través de 14 etapas, por medio de un trabajo mecánico es formado el cuello y reducido el diámetro superior hasta las dimensiones requeridas. En una etapa siguiente, en la parte del diámetro reducido se le forma la pestaña la cual servirá de base para encajar la tapa una vez se llene el bote. Posteriormente y en una última etapa, se hace el reformado del domo del bote el cual incrementará su resistencia.

En la siguiente figura se observa una máquina Necker, que se emplea como se mencionó anteriormente para la formación del cuello del envase de aluminio. Para el formado del cuello y pestaña del bote se tienen una máquina.

Figura 11. Máquina Necker



Fuente: Envases Universales Rexam de Centroamérica, S.A.

1.1.15. Proceso de paletizado del bote aluminio

El siguiente paso consiste en el paletizado de los envases de aluminio, el cual es empacado en niveles de 19, 20, y 21, luego pasa por el proceso de embalaje el cual es cubierto con una capa de vita fil (nailon) y almacenado, listo para ser enviado. Para el paletizado del bote se tiene una máquina.

En la figura siguiente se observa el proceso de paletizado del envase de aluminio, para ello se coloca una cinta flejadora la cual sirve para amarrar todos los niveles de los *pallets* y se envuelve en una película plástica para evitar contaminación.

Figura 12. Proceso de paletizado de bote aluminio terminado



Fuente: Envases Universales Rexam de Centroamérica, S.A.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. MEJORAS A LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENVASES DE ALUMINIO

2.1. Diagnóstico de la situación actual

El diagnóstico de la situación actual de la empresa consiste en un estudio prescindible que tiene como objetivo evaluar la situación de la empresa y sus conflictos, es decir, identificar qué problemas existen, qué potencialidades posee o hasta dónde pueden llegar las vías de desarrollo y cuál es el camino por seguir para su crecimiento.

Para determinar la situación actual de la empresa se consideraron cuatro indicadores: seguridad, calidad, eficiencia y merma, por medio del análisis de estos indicadores se estudiará el comportamiento de los últimos 6 meses.

El FODA es una herramienta metodológica de estudio que se realiza para identificar la situación de una empresa, proyecto o ente capaz de ser analizado con respecto a su mercado (situación externa) y sus características propiamente internas (situación interna). El propósito del FODA es la creación de estrategias en donde se determinan los efectos de sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. La situación interna se compone de dos factores controlables: fortalezas y debilidades, mientras que la situación externa se compone de dos factores no controlables: oportunidades y amenazas.

2.1.1. Análisis FODA

Fortalezas: las fortalezas se definen como la parte positiva de la empresa de carácter interno, es decir, aquellos productos o servicios que de manera directa; se tiene el control de realizar y reflejan una ventaja ante las demás empresas.

Fortalezas

- F1. Cuenta con herramientas de *lean six sigma*.
- F2. Dispone de sistemas para detectar defectos en productos.
- F3. Realizan actividades de motivación para los colaboradores.
- F4. Utilización de sistemas de software para el control y monitoreo de las ventas y distribución.
- F5. Envases de aluminio con excelente calidad.
- F6. Personal en todas las áreas (que conllevan el proceso de la materia prima (aluminio) a producto terminado (lata).
- F7. Se cuenta con un sistema de diseño y estrategias de procesos. que ayuda a simplificar, controlar y manejar información esencial.
- F8. Certificación FSSC 22000.

Debilidades

- D1. Falta de coordinación de parte de supervisores.
- D2. Poca comunicación por falta de compañerismo.
- D3. No se tiene un procedimiento estandarizado de los procesos.
- D4. No se tiene un plan de acción definido para los paros y problemas en la línea.
- D5. Fallas en los canales de comunicación entre departamentos.

- D6. Falta de asignación de puestos de trabajo responsables para equipos críticos.
- D7. Falta de personal en áreas para hacer equitativas las cargas laborales.
- D8. Falta de análisis de tiempo en acciones correctivas.
- D9. La administración no muestra interés en fomentar la búsqueda de proyectos e inversiones con la perspectiva de mejora continua.

Oportunidades

- O1. Expandir los servicios de la empresa para atender a grupos adicionales.
- O2. Ingresar en nuevos segmentos de mercado.
- O3. Aumentar la participación en el mercado centroamericano y parte del Caribe.
- O4. Amplio mercado para la venta de envases de aluminio.
- O5. Adquisición e implementación de herramientas administrativas (Modelo *SHINGO*, Excelencia Operacional, *SHU-SU-DAN*) como parte del mejoramiento del personal.
- O6. Única empresa de envases de aluminio a nivel centroamericano.
- O7. Existe una gran demanda en el mercado de envases de aluminio para jugos, bebidas carbonatadas y cervezas.

Amenazas

- A1. Surgimiento de nuevas empresas que se dediquen a fabricar envases de aluminio en Centroamérica.
- A2. Ubicación vulnerable a desastres naturales, como inundaciones y deslaves.

- A3. Delincuencia, extorsiones, zonas rojas.
- A4. Creciente poder de negociación de clientes.
- A5. Cambios adversos en los tipos de cambio y políticas comerciales de gobiernos extranjeros.
- A6. Precios elevados en el uso de energía, gas y transporte.

Después de haber identificado el FODA se procedió a formular las estrategias que se describen a continuación:

-) Estrategias FO, para utilizar las fortalezas y aprovechar la ventaja de las oportunidades.
-) Estrategias FA, para evitar o disminuir las amenazas utilizando las fortalezas.
-) Estrategias DO, para disminuir las debilidades a través de las oportunidades.
-) Estrategias DA, orientadas a disminuir las debilidades y evitar las amenazas.

Tabla I. **Matriz FODA**

	Fortalezas	Debilidades
	FO	DO
Oportunidades	<p>Crear otra línea de producción para expandir el mercado.</p>	<p>Estandarizar los procesos de producción para crear otra línea de producción con mejor eficiencia en los procesos.</p>
	Fortalezas	Debilidades
	FA	DA
Amenazas	<p>Realizar incentivos laborales para que los colaboradores se identifiquen con la empresa</p>	<p>Minimizar las cargas laborales para minimizar la probabilidad que los colaboradores emigren a nuevas empresas.</p>

Fuente: elaboración propia.

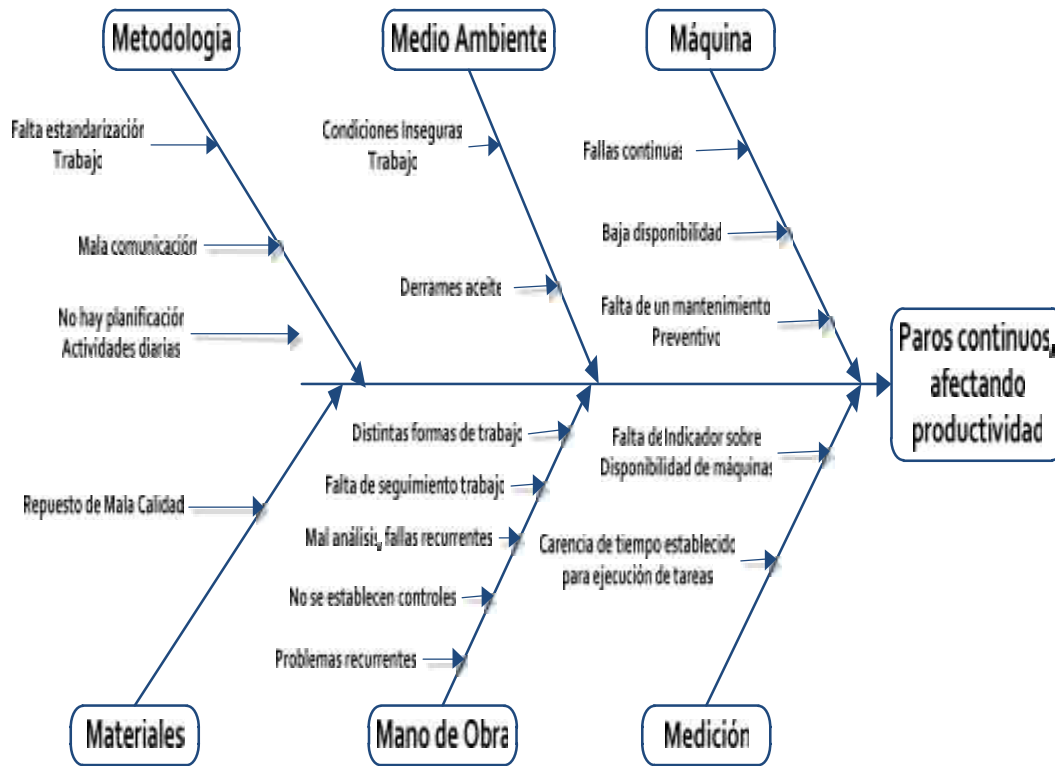
2.2. **Productividad inicial**

En el siguiente apartado se describirá la situación del área de producción antes de la implementación de las mejoras. Para ello se analizarán cuatro indicadores: seguridad, calidad, eficiencia y merma.

A continuación, se detalla minuciosamente cada indicador, asimismo, para diagnosticar situación inicial se utilizó la herramienta denominada Diagrama de Ishikawa, con los siguientes hallazgos:

-) Metodología
 - Falta estandarización de trabajo
 - Mala comunicación
 - No hay planificación de actividades diarias
-) Ambiente
 - Condiciones inseguras de trabajo
 - Derrames de aceites
-) Máquina
 - Fallas continuas
 - Baja disponibilidad
 - Falta de un mantenimiento preventivo
-) Materiales
 - Repuesto de mala calidad
-) Mano de obra
 - Distintas formas de trabajo
 - Falta de seguimiento de trabajo
 - Mal análisis, fallas recurrentes
 - No se establecen controles
 - Problemas recurrentes
-) Medición
 - Falta de indicador sobre disponibilidad de máquina
 - Carencia de tiempo establecido para ejecución de tareas

Figura 13. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

Actualmente, se tienen paros continuos que afectan la productividad, los cuales son ocasionados por varias razones como las siguientes:

-) Falta de comunicación entre las distintas áreas de la línea de producción.
-) Distintas formas de trabajo.
-) Falta de un análisis y seguimiento a los problemas.
-) Falta de una planificación de las actividades, las condiciones, inseguras que se tienen, las cuales ponen en riesgo la seguridad.
-) Fallas continuas, las cuales generan defectos en la calidad.
-) Baja disponibilidad de las máquinas debido a la falta de un análisis correcto y adecuado para asegurar que las fallas no sean recurrentes.

La situación anterior afecta el proceso y como resultado se tiran más botes, lo cual repercute en merma, finalmente, con ellos se afecta la productividad.

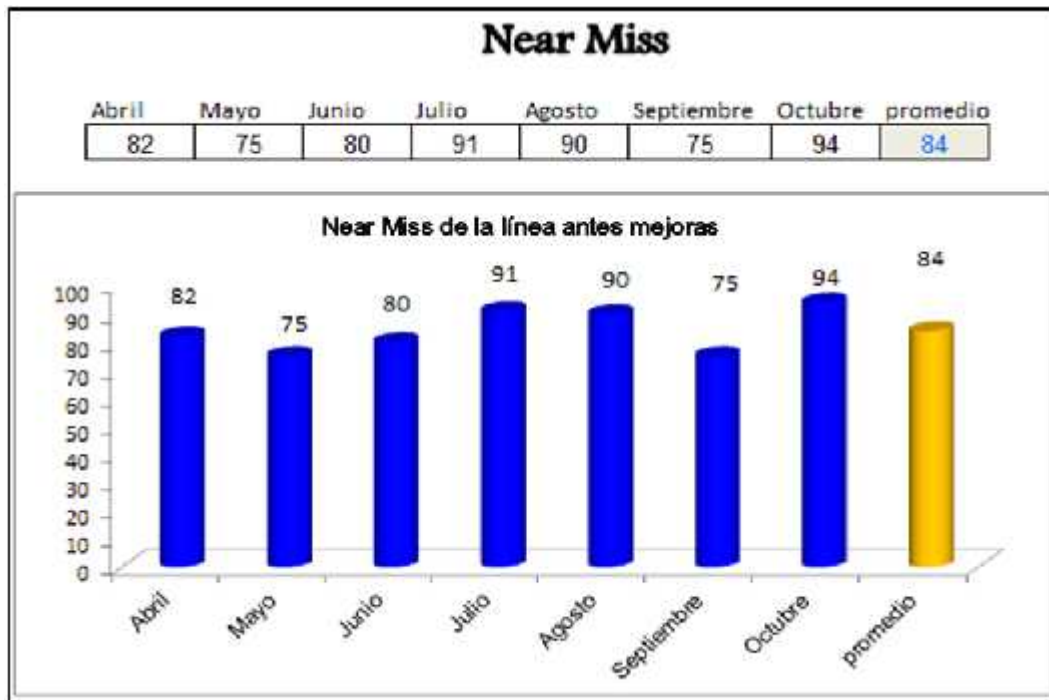
Para dicho proyecto la productividad será medida por cuatro indicadores: seguridad, que va enfocada hacia el recurso humano. Calidad, para producir envases que cumplan con los requerimientos de los clientes. Después, eficiencia en el volumen de producción, para lograr las metas establecidas y, por último, la merma, que se orienta hacia la mitigación de desperdicios. Para determinar la situación actual de estos indicadores, se procedió a realizar una recolección de datos en un periodo de seis meses entre abril y octubre, de 2016 para ello se incluyeron las máquinas de la línea de producción, personal operativo, personal directivo, así como el seguimiento a las quejas de los clientes. A continuación, se procederá a describir la situación actual de cada indicador.

2.2.1. Seguridad

El primer indicador de productividad es seguridad. Para determinar este indicador se cuenta con los *near miss* los cuales son detecciones de una fuente potencial de un accidente que se reporta y se corrige.

En la figura siguiente se presenta un estadístico con datos de abril a octubre. En mayo se registró el menor porcentaje y en octubre el mayor, teniendo un promedio de 84 *near miss* en este período.

Figura 14. Seguridad antes de mejoras abril-octubre



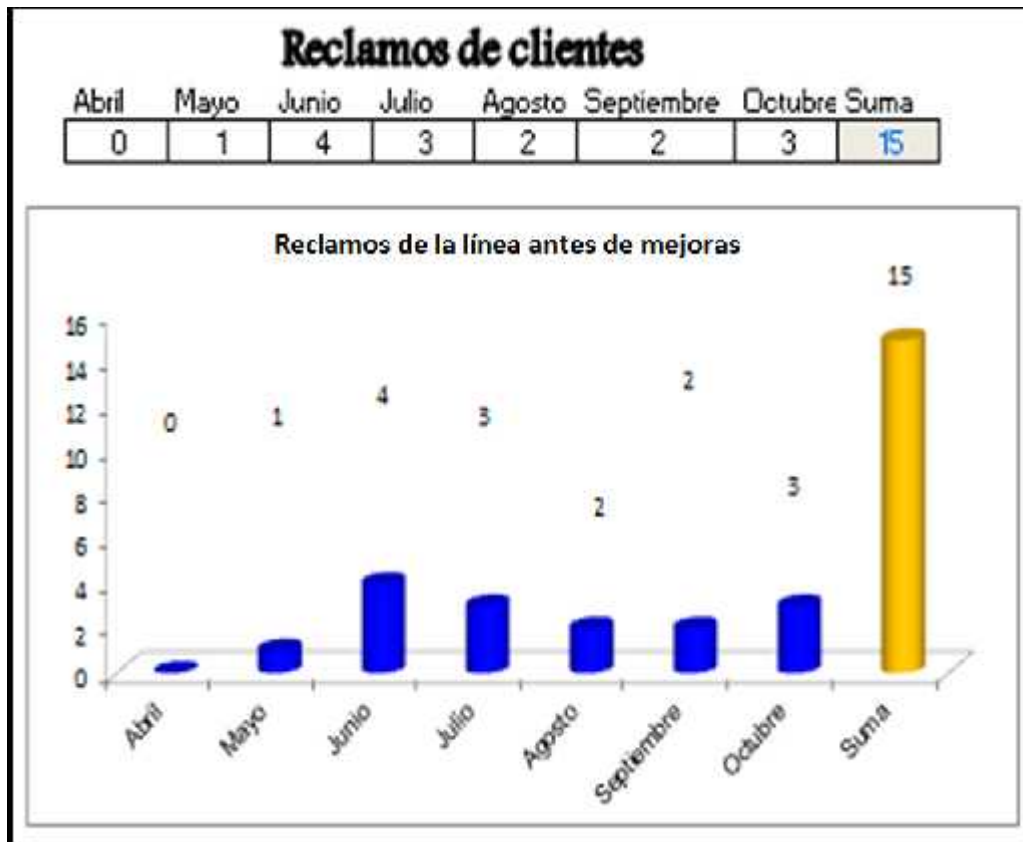
Fuente: elaboración propia.

2.2.2. Calidad

El segundo indicador de productividad es el área de calidad. En el departamento de calidad se lleva un control estadístico de los reclamos por producto con defectos (impresión y especificaciones de dimensiones fuera de estándares del envase) que pueden llevar a una devolución del cliente.

En la figura siguiente se presentan datos sobre la información que se recolectó en el lapso de abril a octubre. En el mes de abril no se presentó ningún reclamo y en el mes de junio se tuvo la mayor cantidad; un total de 15 reclamos.

Figura 15. Reclamos antes de mejoras abril-octubre



Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Eficiencia

El tercer indicador de productividad es la eficiencia. En el departamento de producción se lleva un control estadístico de la eficiencia de cada mes, se realiza una estadística.

En la figura siguiente se presentan los datos de abril a octubre. Durante este lapso el porcentaje mayor corresponde a septiembre con 94,6% y el menor a mayo con 91,5%. Se tuvo una eficiencia promedio del 93,2%.

Figura 16. Eficiencia antes mejoras abril-octubre

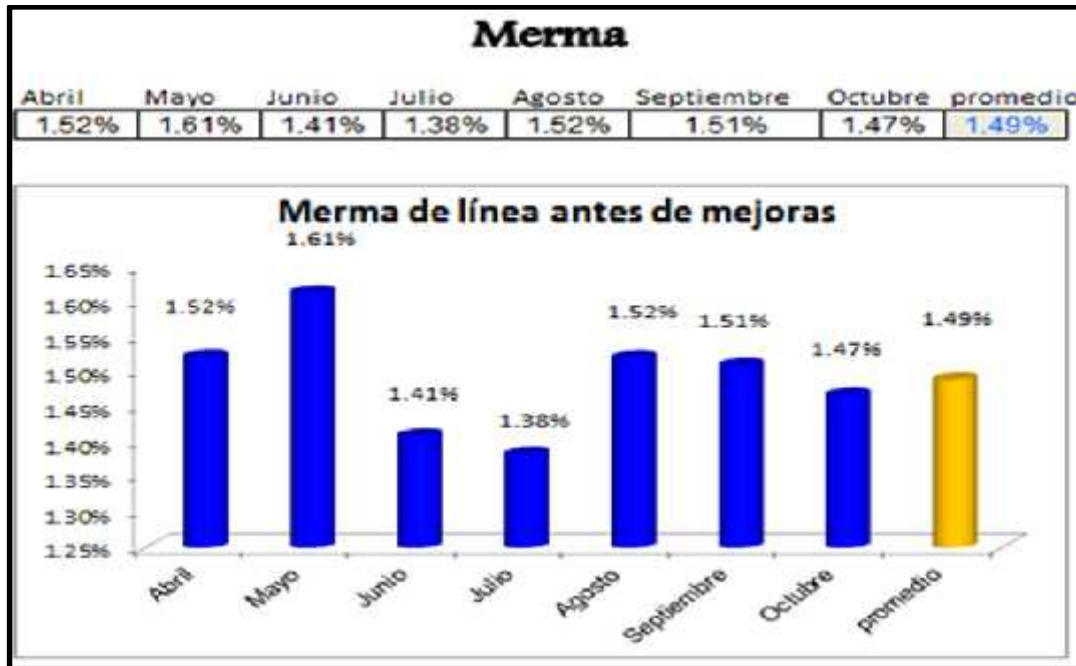


Fuente: elaboración propia.

2.2.4. Merma

El último indicador de productividad es merma. En el departamento de producción se lleva un control estadístico de la merma (desperdicio) de cada mes realizando un estadístico. En la figura siguiente se presentan los datos que corresponden de abril a octubre. Durante este período el mayor porcentaje corresponde a mayo con 1,61% y el menor a julio con 1,38% se tuvo un promedio de merma de 1,49%.

Figura 17. Merma antes de mejoras abril-octubre



Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se presenta el análisis de los indicadores descritos anteriormente, es importante resaltar que el indicador de eficiencia es el más representativo ya que él determina el volumen de producción, la cantidad de merma, la disminución de reclamos y la ausencia de accidentes en personal.

Tabla II. **Productividad inicial antes de la mejora**

Análisis productividad inicial			
	Indicador	Datos	Explicación
1	Seguridad	84 <i>Near Miss</i>	El objetivo es aumentar la cantidad de <i>near miss</i> .
2	Calidad	15 reclamos	El propósito es disminuir o eliminar los reclamos.
3	Eficiencia	93,26 %	Aumentar el volumen de producción.
4	Merma	1,49 %	Mitigar la cantidad de desperdicio.

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Eficiencia inicial**

Cálculo de la Eficiencia de la Línea	
12 horas trabajadas por turno	
1 Hora = a 60 minutos	
Proceso más lento cuello de botella Necker 3 200 latas por minuto	
Cálculo Eficiencia	
3 200*12*60=2 304 000 es la máxima producción que se puede tener, equivale a un 100%	
Eficiencia antes de las mejoras	
2304000	100%
X cantidad de botes	93,2%
Realizando una regla de 3	
2 304 000*0,932/100=2 147 328 botes en un turno de 12 horas	
93,2 equivale a 2147328 botes producidos en un turno de 12 horas	

Fuente: elaboración propia.

Como puede observarse en la tabla anterior, actualmente se tiene una eficiencia de 93,2 % que equivale a una producción de 2 147 328 botes producidos en un turno de 12 horas, y se espera con la implementación de las mejoras aumentar dicho porcentaje un 1 %.

2.3. Plan de mejoras

En el siguiente apartado se presenta el plan de mejoras propuesto para la empresa, Envases Universales Rexam de Centroamérica, S.A. Dicho plan de mejoras se divide en varias fases, como, formación de equipos de trabajo, identificación de problemas, formato de seguimiento de problemas, diseño de bitácora de seguimiento, análisis de problemas críticos y condiciones óptimas de operación.

2.3.1. Formación de equipos de trabajo

Un equipo de trabajo es un pequeño número de personas con habilidades complementarias que se comprometen con un objetivo común, un conjunto de metas de desempeño y un enfoque por los cuales se consideran mutuamente responsables. Los equipos de trabajo son grupos formales, constituidos por individuos interdependientes que son responsables del logro de una meta. Todos los equipos de trabajo son grupos, pero solo los grupos formales pueden ser equipos de trabajo. Se formaron equipos de trabajo mediante los tres turnos rotativos que se tienen en la planta, integrados por los puestos claves en la operación de las máquinas de la siguiente manera:

- J Equipo de trabajo A
- J Equipo de trabajo B
- J Equipo de trabajo C

En la siguiente imagen se visualiza la actividad de formación de equipos de trabajo como parte del plan de mejoras. Estos son llamados pequeños equipos *Sho Shu Dan* cada uno estará integrado por: líder del equipo encargado de coordinar toda la planificación diaria, RCP (control de la calidad).

Figura 18. Formación de equipos de trabajo



Fuente: elaboración propia.

Electrónico responsable de fallas eléctricas y electrónicas (Telec), técnico de *front end* responsable del formado de copas (TFE), estirado del bote y corte bote aluminio. Químico de turno responsable del lavado del bote de aluminio (QT), mecánico de transportes responsables de los transportes del bote aluminio (MT). Mecánico de apoyo responsable del área de impresión del bote de aluminio (MA). Técnico de *back end* responsable del curado de barniz interior, formación del cuello lata embalaje del producto terminado (TBE) y 29,29 (integrante de la 29 compañía de los bomberos voluntarios encargado de verificar seguridad en cada acción por realizar).

Se propuso para organizar los equipos de trabajo, un horario que fue congruente con el de los turnos de trabajo. El horario de los turnos es de 7:00 am a 7:00 pm y de 7:00 pm a 7:00 am, la duración de las jornadas laborales es de 12 horas. Se establecieron reuniones todos los días con cada equipo de trabajo en la sala de producción, según su turno (A, B y C) estas reuniones se

realizaron en la mañana 8:00 am y 8:00 pm, se realizaron una hora después de iniciar labores con el fin de que se pueda recolectar información del turno saliente.

Dichas reuniones se realizaron con el objetivo de identificar una estrategia en la planificación de las actividades para alcanzar las metas diarias y tener una mejor coordinación en la ejecución. En relación al tiempo, cada reunión tuvo un máximo de 1 hora. En horario de 9:00 am a 9:30 am se realizó un análisis de la planeación estratégica que realizó el equipo de trabajo. Este análisis tuvo lugar con los mandos medios para apoyar el alcance del objetivo trazado por el equipo de trabajo.

2.3.2. Identificación de problemas

Para identificar los problemas, se recopiló la información del turno saliente el cual brindó un estatus de los problemas que se tuvieron durante el turno de trabajo y se identificó cuáles son los más críticos, es decir, los que pueden causar un daño físico, un defecto de calidad, una pérdida de eficiencia y desperdicio en el proceso de producción de botes aluminio para darle seguimiento y cerrar el ciclo.

2.3.3. Formato de seguimiento de problemas

Es de vital importancia tener un registro de los problemas, la planificación estratégica de día a día, por eso se diseñó un formato de seguimiento de problemas y planeación estratégica, dicho programa tiene los siguientes puntos.

-) Objetivos de la planificación estratégica, seguridad, calidad, eficiencia y merma.

-) Día de la planificación estratégica.
-) Equipo de trabajo.
-) Observaciones y comentarios de las máquinas.
-) Responsable de máquina, problema en la máquina o mantenimiento que requiera (RCP, TFE, QT, TBE, MOI, ET, MT, líder turno).
-) Acciones por ejecutar para corregir las observaciones.
-) Hora en que se ejecutaría la actividad.
-) Estado al momento de realizar las acciones.
-) Identificación del punto crítico el cual es el problema que más puede impactar los objetivos de la planeación estrategia y requiere de mayor análisis e involucramiento de los mandos medios y gerencias.

Este diseño del formato se plasmó en la sala de producción, en la pizarra donde se realizaron las reuniones diarias de la planificación estratégica para alcanzar los objetivos.

En la siguiente tabla se presenta la estructura del formato de seguimiento de problemas dicha herramienta presenta desglosadamente, aspectos relevantes como las fallas, acciones de solución y el tiempo.

Tabla IV. Formato de seguimiento de problemas

ECA		Fecha	Turno	Equipo			
Prioridad	1	Riesgo potencial a pérdida	Responsable	Observaciones i Comentarios	SE: Seguimiento de equipo	E: Ejecutado	
	2	Ejecutarse preferentemente			PC: Pruebas a realizar de Calidad	Status P: En proceso	
	3	Programarse p/mantenimiento			CP: Cambios en el proceso durante el día	N: Pendiente	
				Hora	↑	Acciones para soluciones de la falla o mejora	Status
No.	Puntos Criticos	Equipo	Dueño Proceso	Hora	Acciones para controlar problema		Status
Fallas pendientes de dar seguimientos			Acción que se ejecutó o ejecutará		Realizo trabajo preliminar "Quien comunica A"		
			Informativas		"Quien comunica"		

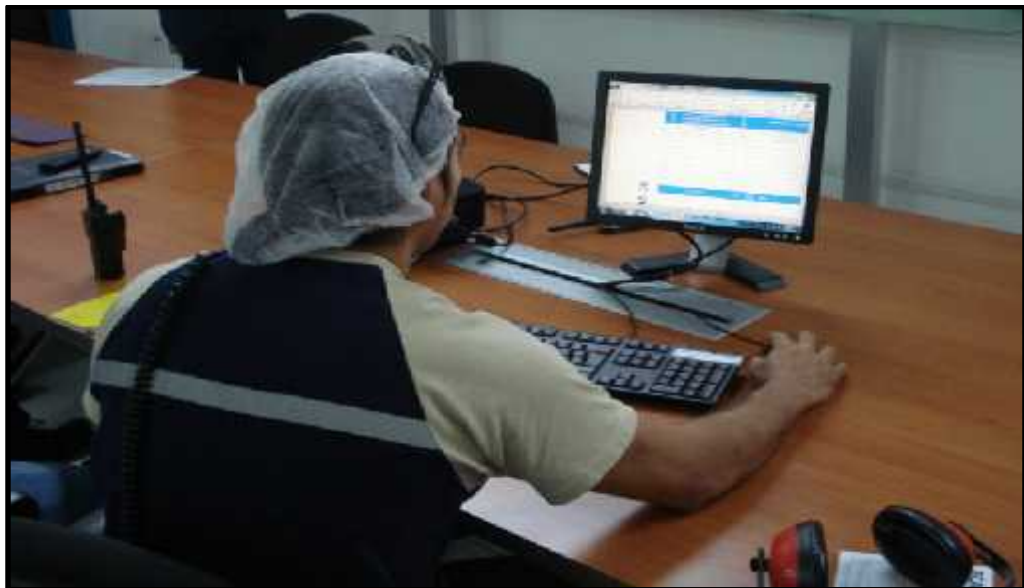
Fuente: elaboración propia.

2.3.4. Diseño de bitácora de seguimiento de problemas

La importancia de tener un registro de los problemas y planificación de tareas para darle seguimiento es de vital importancia, porque en caso se repita el problema, se tiene la documentación de la información de las acciones realizadas para corregir de manera más eficiente. Por eso se crea una bitácora electrónica y al final del turno se envía esta información a los mandos medios, gerentes.

En la figura siguiente se visualiza el proceso de registrar los datos para darle seguimiento a los problemas identificados, esta actividad es fundamental para el plan de mejoras.

Figura 19. **Bitácora electrónica de seguimiento de problemas**



Fuente: elaboración propia.

2.3.5. Análisis de problemas críticos

Se crea un sistema de solución de problemas dentro del cual se realiza una matriz de criterio con base en el análisis del impacto que causaría al momento de fallar cada máquina y el tiempo que tardaría en corregir la falla, dependiendo de la máquina. En caso de ser una máquina única que detiene todo el proceso de producción o varias máquinas, pues, aunque una se detuviera, el proceso de producción no se detiene. Se determinaron tiempos de paro.

Las personas involucradas para el análisis de estos problemas están organizadas según una jerarquía que indica su capacidad para solucionar problemas y tener un tiempo estipulado para la intervención.

En la siguiente figura se visualiza el software empleado, denominado sistema de análisis y solución de problemas, cuya función consiste en monitorear los indicadores y cualquier desviación de las metas, así como establecer el uso de herramientas administrativas, para cada situación.

Figura 20. **Matriz de criterios**



Fuente: elaboración propia.

La matriz de criterios está estructurada de la siguiente manera: se tienen tres categorías de problemas.

-) Problema categoría A: este tipo de nivel de problema involucra a los asociados, el impacto se corrige inmediatamente.
-) Problema de categoría B: el tipo de nivel de problema involucra a los asociados y mandos medios por la recurrencia que se tiene.
-) Problema de categoría C: el tipo de nivel de problema involucra los asociados, mandos medios y gerentes por el nivel de impacto que se ha tenido, de esta manera se identifica el problema y la manera cómo impacta.

2.3.5.1. Problemas de categoría A

Problemas de categoría A: estos son solucionados por los asociados del área operativa, los cuales se describen a continuación:

-) Mecánico operador de *front end*
-) Técnico mecánico de *tool room*
-) Técnico de máquinas y herramientas
-) Técnico operador del proceso químico
-) Mecánico operador de impresoras
-) Mecánico operador de espreadoras
-) Mecánico operador de Necker
-) Mecánico operador de paletizado
-) Analista de mantenimiento
-) Mecánico de apoyo
-) Técnico de impresoras

-) Mecánico pailero
-) Técnico mecánico de *back end*
-) Encargado de control de placas
-) Líder de turno

Las anteriores personas están en la capacidad y autoridad de solucionar dichos problemas, el sistema incluye los siguientes indicadores, seguridad, calidad, eficiencia y merma.

2.3.5.1.1. Problemas de categoría A para el indicador de seguridad

En esta categoría se incluyen tres posibles situaciones que podrían poner en riesgo la seguridad del personal, dichas situaciones pueden ser las siguientes.

-) Acto inseguro por error de decisión (consciente o inconsciente)
-) Condición insegura
-) Posible accidente

2.3.5.1.2. Problemas de categoría A para el indicador de calidad

En esta categoría se incluyen tres posibles situaciones que podrían afectar la calidad del producto, dichas situaciones pueden ser las que se detallan a continuación.

-) Hasta 4 pallet de HFI en un mismo turno.
-) Por el mismo o diferente defecto o que se descarte del 20-50 % del producto detenido como HFI.
-) Más de 2 meses consecutivos fuera de estándar de HFI de un mismo asociado o máquina asignada.

2.3.5.1.3. Problemas de categoría A para el indicador de eficiencia

En esta categoría se incluyen cinco posibles situaciones que podrían afectar el volumen de producción, dichas situaciones pueden ser las que se detallan a continuación.

-) Fallo de máquina única por más de 30 minutos sin solucionar problema.
-) Fallo en máquina no única hasta 1 hora y 30 minutos sin encontrar la causa del problema.
-) 1,5 punto porcentual abajo del presupuesto por dos turnos.
-) Incumplimiento de programa de producción en tiempo y cantidad.
-) Tiempo de reacción no mayor a 6 horas.

2.3.5.1.4. Problemas de categoría A indicador de merma

En esta categoría se incluye solo una posible situación que podría aumentar el desperdicio, y se refiere a, de planta o de máquina, dos turnos consecutivos fuera de estándar.

En la siguiente tabla se presentan los problemas descritos anteriormente, se visualiza la interfaz del sistema donde se observan los problemas organizados por categorías e indicadores.

Tabla V. Problemas de categoría A

 MATRIZ DE PRODUCCIÓN SASP		Seguridad	Calidad	Eficiencia	Merma
CATEGORÍA A Este tipo de nivel de problema A involucra a los asociados, el impacto se corrige inmediatamente	Acto inseguro por error de decisión (consiente, inconsciente)		Hasta 4 pallet de HFI en un mismo turno, por el mismo o diferente defecto o que se descarte del 20-50% del producto detenido como HFI	Fallo de máquina única por mas de 30 minutos sin poder solucionar problemas	De planta o de máquina, dos turnos consecutivos fuera de estándar
	Condición insegura SOLUCIÓN INMEDIATA		Mas de 2 meses consecutivos fuera de estándar de HFI de un mismo asociado	Fallo en máquina no única, hasta 1 hora y 30 minutos sin encontrar la causa del problema	
				1.5 Punto porcentual abajo del presupuesto por dos turnos	
				Incumplimiento de programa de producción en tiempo y cantidad, tiempo de reacción no mayor a 6	

Fuente: elaboración propia.

2.3.5.2. Problemas de categoría B

Los problemas de categoría B son solucionados por los asociados y mandos medios, es decir, los jefes de área que se describen a continuación.

-) Jefe de *front end*
-) Jefe del área química
-) Jefe del *back end*
-) Líder de mejora continua
-) Asistente de producción
-) Encargado de impresoras
-) Coordinador del *back end*
-) Coordinador de *front end*
-) Coordinador del *tool room*

En esta categoría de problema se involucran asociados y mandos medios debido a la criticidad del problema. Por el tipo de máquina se tienen los siguientes problemas para el indicador de seguridad, para el de calidad, para el de eficiencia, y para el indicador de merma.

2.3.5.2.1. Problemas de categoría B para el indicador de seguridad

En esta categoría se incluyen tres posibles situaciones que podrían poner en riesgo la seguridad del personal, dichas situaciones son las siguientes.

-) Acto inseguro por omisión de procedimientos o falta de habilidad para realizar el trabajo o actividad.

-) Condición insegura que requiera más recursos (inversión económica, tiempo, análisis de mejor solución).
-) Acto inseguro error de decisión.

2.3.5.2.2. Problemas de categoría B para el indicador de calidad

En esta categoría se incluyen dos posibles situaciones que podrían disminuir la calidad del producto, dichas situaciones se describen a continuación.

-) Más de 4 pallet de HFI en un mismo turno, por el mismo o diferente defecto o que se descarte más del 50 % del producto detenido como HFI.
-) Más de 2 meses consecutivos fuera de estándar de HFI de un mismo equipo o planta.

2.3.5.2.3. Problemas de categoría B para el indicador de eficiencia

En esta categoría se incluyen cuatro posibles situaciones que podrían disminuir la eficiencia en la producción, dichas situaciones se describen a continuación.

-) Fallo en máquina no única hasta por 5 horas sin encontrar la causa del problema (excepción decoradora).
-) 1,5 punto porcentual abajo del presupuesto durante dos días consecutivos.
-) Incumplimiento de programa de producción en tiempo y cantidad.

-) Tiempo de reacción no mayor a 48 horas y no causar desabasto al cliente.

2.3.5.2.4. Problemas de categoría B indicador de merma

En esta categoría se incluyen dos posibles situaciones que podrían afectar el indicador de merma, dichas situaciones son las que se detallan a continuación:

-) De planta tres días fuera de estándar en una semana
-) De máquina cinco turnos fuera de estándar en una semana

En la siguiente tabla se presentan los problemas descritos anteriormente, se visualiza la interfaz del sistema en donde se observan los problemas organizados por categorías e indicadores.

Tabla VI. Problemas de categoría B

 MATRIZ DE PRODUCCIÓN SASP				
	Seguridad	Calidad	Eficiencia	Merma
CATEGORÍA B El tipo de nivel de problema B involucra a los asociados y mandos medios por la recurrencia que se tiene	Acto inseguro por omisión de procedimientos o falta de habilidad para realizar el trabajo o actividad	Mas de 1 pallet de HFI en un mismo turno, por el mismo o diferente defecto o que se descarte mas de 50% del producto detenido como -HFI	Fallo en máquina no única hasta por 5 horas sin encontrar la causa del problema (excepción decoradora)	De planta tres días fuera de estándar en una semana
	Condición insegura QUE REQUIERE MAS RECURSOS	Mas de 2 meses consecutivos fuera de estándar de HFI de un mismo equipo o planta	1,5 punto porcentual abajo del presupuesto durante dos días consecutivos	De máquina 5 turnos fuera de estándar en una semana
	Acto inseguro error de decisión		Incumplimiento de programa de producción en tiempo y cantidad, tiempo de reacción no mayor a 40 horas y no causar desabasto al cliente	

Fuente: elaboración propia.

2.3.5.3. Problemas de categoría C

Problemas de categoría C son solucionados por los asociados mandos medios y gerentes.

-) Gerente de producción
-) Gerente de calidad y
-) Gerente de ingeniería

Las anteriores personas están en la capacidad y autoridad de solucionar dichos problemas, debido a la criticidad del problema que puede causar paro de la línea de producción de botes de aluminio por completo, se tienen para los siguientes problemas seguridad, calidad, merma y eficiencia.

2.3.5.3.1. Problemas de categoría C para el indicador de seguridad

En esta categoría se incluyen dos posibles situaciones que podrían poner en riesgo la seguridad del personal, dichas situaciones pueden ser las siguientes.

-) Acto inseguro reportado más de tres veces en un mes, el cuál haya puesto en riesgo su integridad o la de sus compañeros.
-) Condición insegura inversión mayor a 1 000 \$.

2.3.5.3.2. Problemas de categoría C para el indicador de calidad

En esta categoría se incluyen dos posibles situaciones que podrían disminuir la calidad del producto, dichas situaciones se describen a continuación.

-) Más de 10 eventos de 4 pallet de HFI en un mismo mes, por el mismo o diferente defecto o que se descarte del 20-50 % del producto detenido como HFI.
-) Reclamo y devolución de cliente.

2.3.5.3.3. Problemas de categoría C para el indicador de eficiencia

En esta categoría se incluyen tres posibles situaciones que podrían disminuir la eficiencia en la producción, dichas situaciones son se describen a continuación.

-) Fallo en máquina no única por más de 5 horas sin encontrar la causa del problema.
-) 4 puntos porcentuales abajo del presupuesto en dos días consecutivos.
-) Incumplimiento de programa de producción ocasionando desabasto de producto al cliente.

2.3.5.3.4. Problemas de categoría C indicador de merma

En esta categoría se incluyen una posible situación que podría afectar el indicador de merma, dichas situaciones se describen a continuación.

-) De planta o de máquina única, dos meses consecutivos fuera del estándar.

Tabla VII. Problemas de categoría C

 MATRIZ DE PRODUCCIÓN SASP				
	Seguridad	Calidad	Eficiencia	Merma
CATEGORÍA C	Condición insegura INVERSIÓN MAYOR A 10U \$	Reclamo y devolución	4 puntos porcentual abajo del presupuesto en dos días consecutivos	
El tipo de nivel de problema C involucra los asociados, mandos medios y gerentes por el nivel de impacto que se ha tenido.	Condición insegura SOLUCIÓN INMEDIATA		Incumplimiento del programa de producción ocasionando desabasto de producto a nuestro cliente	

Fuente: elaboración propia.

En la anterior tabla se presentan los problemas de la categoría C, se visualiza la interfaz del sistema donde se observan los problemas organizados por categorías e indicadores.

2.3.6. Condiciones óptimas de operación

Las condiciones óptimas de operación. Surgen de la necesidad de hacer monitores métricos que se salen de los estándares establecidos y dan una alerta para realizar una revisión y dar un diagnóstico de la posible falla y anticiparse. Gracias a ello se determinaron tres condiciones:

-) Variables que intervienen y parámetros de operación óptima (lubricación, vacío, temperatura, niveles de depósitos, holgura, grasas, presión, bomba de vacío, entre otros).
-) Ajustes para mantener set up de la máquina.
-) Piezas que sufren desgaste y hacen perder el set up. Se realizó con este proceso de botes de aluminio (Copper, body maker, lavadora, UV, Decoradoras, pin oven, esprayer, IBO, Necker, Paletizado y Transportes).

2.3.6.1. Variables que intervienen y parámetros

Estas variables son las óptimas de operación las condiciones en que las máquinas deben estar funcionando, cualquier variación fuera de los valores establecidos para cada máquina da una alerta y anticipa una falla.

2.3.6.2. Ajustes para mantener el *Set Up* de las máquinas

Los ajustes que se deben estar realizando a diario, semanal o mensual para mantener las máquinas en condiciones óptimas de operación así mantener operando en condiciones adecuadas las máquinas y mejorar la disponibilidad y eficiencia.

2.3.6.3. Piezas que sufren desgastes y hacen perder el *Set Up*

En cada máquina hay piezas que sufren desgaste por la operación y se debe estar realizando una inspección para determinar que el desgaste natural sufrido por la operación no es mayor del que debería tener y pueda provocar que una máquina falle antes del cambio de esta pieza.

2.3.6.4. Condiciones óptimas de operación de *Cupper*

En la siguiente figura se visualiza la interfaz del sistema que se emplea para verificar las condiciones óptimas de operación de la máquina *Cupper*. Es importante resaltar, que antes de iniciar el turno, el operador deber revisar la condición de la máquina en base a los parámetros establecidos en dicho sistema, y si se presentase alguna situación no descrita, se procede a realizar el análisis correspondiente.


Figura 21. Condiciones óptimas de operación de *Cupper*

ITS SERIAL 14630

UNIDADES 1

CPM 3600

OPERADOR 1



La lámina se hace pasar a través de un lubricador y se coloca en la prensa Minster, donde a través de un proceso de troquelado se generan 15 copas por cada golpe vertical efectuado. El desecho generado por tal acción es retirado mediante aspiración y se compacta para su reciclado.

- **Variables que intervienen y parámetros**
 - Aire principal mínimo de 90 psi
 - Válvulas de desalojo, Rango de operación 15-30 psi
 - Presión de pilotaje de válvulas de desalojo, 70 - 80 psi
 - Planchadores, rango de operación de 45 - 55 psi
 - Cilindro de contrabalancee interior, rango de operación de 40 - 45 psi.
 - Neumáticos de contrabalancee exterior, rango de operación de 50 - 55 psi.
 - Presión de aire de los rodillos de alimentación, la presión aumento de 45 psi a 52 psi.
 - Presión de aire de la catenaria, rango de operación 55 psi a 65 psi
 - Presión de aceite del sistema hidráulico del *clutch*, rango de operación 1 500 – 1 750 psi.
 - Lubricación de aceite general de la Prensa y *Die Set*, rango de operación 90 - 125 psi.
 - Revisión de rollos por oxido o golpes
- **Ajustes para mantener el Set Up de la máquina**
 - Pesos totales de los lubricantes mantenerlos en 14 a 16 ml
 - Alineación de catenaria
 - Limpieza de sensores en cada cambio de rollo
 - Alineación de lámina en *Die Set*
 - Nivelación de tanques de aceite
 - Revisión de engranajes
- **Piezas que sufren desgaste y hacen perder el Set UP**
 - Tornillo sin fin
 - Filo de la navaja de corte de scrap
 - Engranajes (cañeros)
 - Empaques dañados de las válvulas
 - Catenaria con desgaste

Fuente: elaboración propia.

2.3.6.5. Condiciones óptimas de operación de *Body Maker*

En la siguiente figura se visualiza la interfaz del sistema que se emplea para verificar las condiciones óptimas de operación de la máquina body maker. Es importante resaltar, que antes de iniciar el turno el operador deber revisar la condición de la máquina en base a los parámetros establecidos en dicho sistema, y si se presentase alguna situación no descrita, se procede a realizar el análisis correspondiente.

Figura 22. Condiciones óptimas de operación de *Body Maker*



Continuación de la figura 22.


- **Ajustes para mantener el Set Up de la máquina**
 - Alineación prensa copas (cara, concéntrica)
 - Alineación domo (cara, concéntrica)
 - Sobre carrera del yugo
 - Sobre carrera del domo
 - Alineación del *stripper*
 - Tiempo de desalojo
 - Tiempo de cadena de bolsillos
 - Holgura del cepillo con respecto al punzón
 - Tiempo de alimentación
- **Piezas que sufren desgaste y hacen perder el Set UP**
 - *Strippers*, 4 días
 - Cepillo de la descarga, según sea necesario
 - Asientos de cuna, cada 25 millones se revisa
 - Freno de copas, cada 50 MM
 - Leva de alimentación, cada 100 MM se revisa
 - Bolsillos, según necesidad
 - *Clutch* de la leva, cada 150 MM
 - Punzones, según requiera ajuste por progresión
 - Anillos, según requiera ajuste por progresión
 - *Tool packs*, servicio cada 25 y 50 MM
 - Engranés (cuñeros)
 - Empaques dañados de las válvulas
 - Catenaria con desgaste

Fuente: elaboración propia.

2.3.6.6. Condiciones óptimas de operación de lavadora

En la siguiente figura se presenta la interfaz del sistema que se emplea para verificar las condiciones óptimas de operación de la máquina lavadora. Es importante resaltar, que antes de iniciar el turno el operador deber revisar la condición de la máquina en base a los parámetros establecidos en dicho sistema, y si se presentase alguna situación no descrita, se procede a realizar el análisis correspondiente.

Figura 23. Condiciones óptimas lavadora

ITS SERIAL 14630		<p>Operación: remover los residuos de soluble o lubricantes utilizados en las etapas anteriores, el bote recibe un lavado a través de un proceso químico, posteriores enjuagues y secado, obteniendo a la salida de la misma botes limpios con una superficie lisa adecuada para continuar el resto del proceso. El secado se efectúa en horno de convección a gas.</p>
UNIDADES 1		
CPM 3600		
OPERADOR 1		

- **Pre Lavado tanque 1**
 - Temperatura 51 a 56 °C
 - Acidez libre 7,0 ml
 - RP's 10 a 12 ml
 - Presiones de operación superior (49 a 50 psi); inferior (46 a 48 psi)
 - Temperatura 60 a 64 grados °C
 - Acidez libre 6,8 a 7,2
 - Acidez total 39,5
- **Lavado tanque 2**
 - Temperatura 60 a 63°C
 - Acidez libre 7,8 a 8,2 ml
 - RP's 20 a 28 ml
 - Acidez total 30 a 36 ml
 - Mili voltaje 34,5 a 37,5 RMV
 - Presiones de operación (ambas bombas) superior (49 a 50 psi); inferior (46 a 48 psi).
- **1er. Enjuague de arrastre tanque 3**
 - Presiones de operación superior (9 a 10 psi); inferior (6 a 7 psi)
 - pH 2,6 a 3,5
 - Concentración de cloro 1,5 a 2 ppm
- **1er. Enjuague tanque 4**
 - Presiones de operación superior (9 a 10 psi); inferior (6 a 7 psi)
 - pH jugo fresco 3,5 a 5
 - pH cerveza 4 a 5,5
 - Concentración de cloro 1,5 a 2 ppm

Continuación de la figura 23.

- **Tratamiento tanque 5**
 - Presiones de operación jugo/refresco superior (9 a 10 psi); inferior (6 a 7 psi).
 - Presiones de operación cerveza superior (9 a 10 psi); inferior (0 psi).
 - pH jugo refresco 7 a 8
 - pH cerveza 3,2 a 4,6
 - Concentración de cloro jugo/refresco 0,5 a 1 ppm
 - Concentración de cloro cerveza 0 ppm
- **2do Enjuague de arrastre tanque 6**
 - Presiones de operación superior (9 a 10 psi); inferior (6 a 7 psi)
 - pH jugo refresco 4 a 5,5
 - pH cerveza 6 a 7,5
 - Concentración de cloro 1 a 1,5 ppm
- **2do Enjuague tanque 7**
 - Presiones de operación superior (9 a 10 psi); inferior (6 a 7 psi)
 - pH jugo refresco 3 a 4
 - pH cerveza 7 a 8,3
 - Concentración de cloro 1 a 1,5 ppm
- **Enjuague agua DI tanque 8**
 - Presiones de operación superior (9 a 10 psi); inferior (6 a 7 psi)
 - pH jugo refresco 6,5 a 7,5
 - pH cerveza 6,5 a 8
 - Concentración de cloro 0,5 a 1 ppm
- **Aplicación de aditivo de movilidad tanque 9**
 - Presiones de operación superior (2 a 3 psi); inferior (1 a 1,5 psi)
 - pH jugo refresco 5,8 a 6,5
 - pH cerveza 6,5 a 8
 - Concentración de cloro 0,5 a 1 ppm
 - Concentración de *Movility* 7,6 a 8 ml
 - Cero arrastre en los sopladores de todos los tanques
 - Cero rompimientos de cortina con el bote que sale del tanque 9
 - Todos los tanques con sobre-flujo
- **Ajustes para mantener el Set Up de la máquina**
 - Pesos totales de los lubricantes mantenerlos en 14 a 16 ml
 - Agregar en manual químico para corregir concentraciones con el *Lineguard*.
 - Corregir concentraciones de cloro en los tanques según especificaciones.
 - Corregir presiones de operación de las bombas de los distintos tanques.
 - Corregir sobre-flujo en los tanques que no lo tengan
- **Piezas que sufren desgaste y hacen perder el Set UP**
 - Malla de acero y cama de soporte de la lavadora
 - Malla de *kevlar* y rodillo motriz del horno de la lavadora
 - Altura del transfer y de las mallas *hold down*
 - Carcazas e impulsores de las bombas que pueden generar descenso en las presiones.
 - Sellos mecánicos en las bombas
 - Cedazos de los tanques pueden obstruirse o romperse

Fuente: elaboración propia.

2.3.6.7. Condiciones óptimas de operación de UV

En la figura siguiente se presenta la interfaz del sistema que se emplea para verificar las condiciones óptimas de operación de la máquina UV. Es importante resaltar que antes de iniciar el turno el operador deber revisar la condición de la máquina en base a los parámetros establecidos en dicho sistema, y si se presenta alguna situación, se procede a analizar.

Figura 24. Condiciones óptimas de operación de UV

SERIAL 21708 , (FPIC 6000) ULTRAVIOLET LAMP		Se aplica barniz en el domo del bote con secado ultravioleta para protegerlo y garantizar una adecuada movilidad del mismo en el resto del proceso y al momento del llenado en las instalaciones del cliente.
UNIDADES 1		
CPM 3600		
OPERADOR 0		

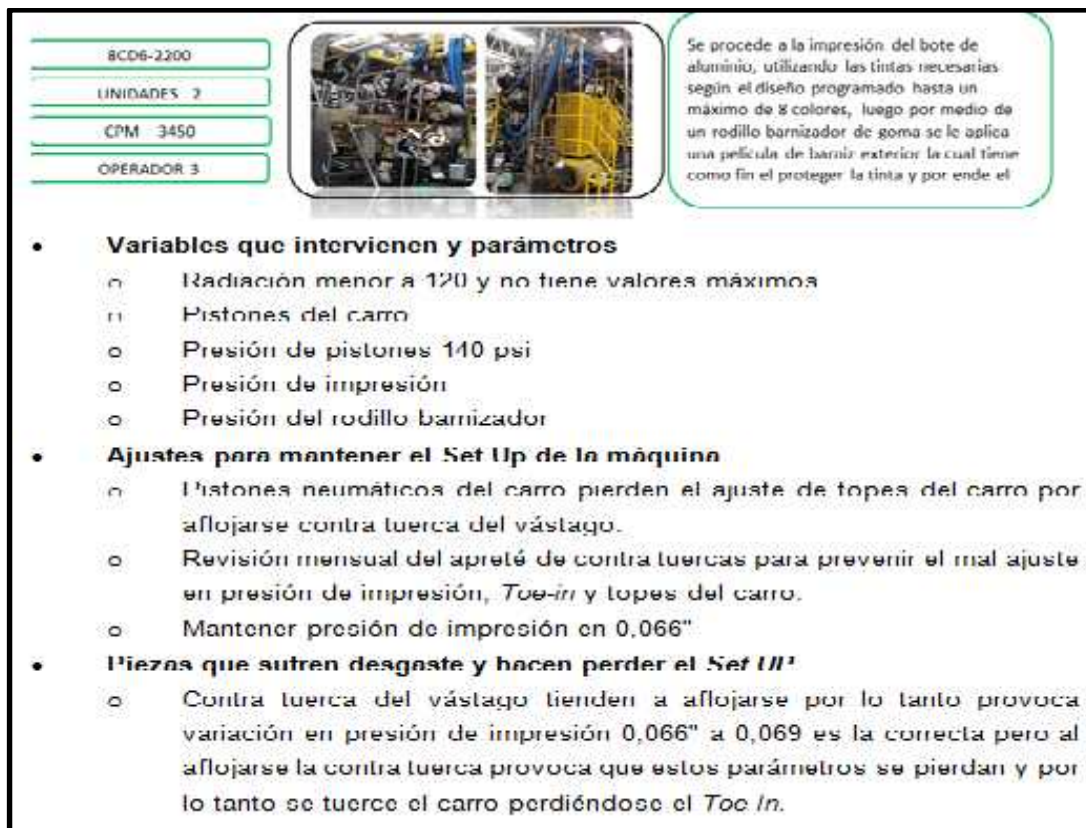
- **Variables que Intervienen y parámetros**
 - o Radiación menor a 120 y no tiene valores máximos
 - o Tiempo del flujo hacia el rodillo es aproximadamente 1 minuto
 - o Altura entre el *transfer* y el rodillo debe ser un poco más de la altura del bote.
 - o Falta de vacío por suciedad en el transfer se da porque se quema la malla *intrafox* por lámparas UV y también por alorones.
 - o Lavar malla *intrafox* en cada mantenimiento para tener mejor vacío
- **Ajustes para mantener el Set Up de la máquina**
 - o Cambio de lámpara con radiación 120 así como mantenimiento de la misma.
 - o Distancia entre *transfer* y rodillo
 - o Revisión de malla de *transfer*
 - o Limpieza por centro del transfer para evitar falta de vacío cada *pit stop*
- **Piezas que sufren desgaste y hacen perder el Set UP**
 - o Lámpara UV
 - o Rodillo de barniz
 - o Malla de transfer
 - o Desgaste de *sproket* del eje motriz hacer revisión cada 15 días y depende de las condiciones en que se encuentre se programa cambio
- **Desgaste de malla Intrafox se debe revisar cada 8 días si tiene desgaste se programa cambio.**

Fuente: elaboración propia.

2.3.6.8. Condiciones óptimas de operación de decoradoras

A continuación, se presenta en la siguiente figura la interfaz que se emplea para verificar las condiciones óptimas de operación de la máquina decoradoras. Antes de iniciar el turno el operador deber revisar la condición de la máquina en base a los parámetros establecidos en dicho sistema, y si se presentase alguna situación no descrita, se procede a realizar el análisis correspondiente.

Figura 25. Condiciones óptimas de operación de decoradoras



The image shows a software interface for a decorative machine. On the left, there are four data fields: '8CD6-2200', 'UNIDADES 2', 'CPM 3450', and 'OPERADOR 3'. In the center, there are two small photographs of the machine in operation. On the right, a text box explains the process: 'Se procede a la impresión del bote de aluminio, utilizando las tintas necesarias según el diseño programado hasta un máximo de 8 colores, luego por medio de un rodillo barnizador de goma se le aplica una película de barniz exterior la cual tiene como fin el proteger la tinta y por ende el'. Below these elements is a checklist with three main categories: 'Variables que intervienen y parámetros', 'Ajustes para mantener el Set Up de la máquina', and 'Piezas que sufren desgaste y hacen perder el Set Up'. Each category contains several bullet points with specific technical details and maintenance instructions.

8CD6-2200
UNIDADES 2
CPM 3450
OPERADOR 3

Se procede a la impresión del bote de aluminio, utilizando las tintas necesarias según el diseño programado hasta un máximo de 8 colores, luego por medio de un rodillo barnizador de goma se le aplica una película de barniz exterior la cual tiene como fin el proteger la tinta y por ende el

- **Variables que intervienen y parámetros**
 - o Radiación menor a 120 y no tiene valores máximos
 - o Pistones del carro
 - o Presión de pistones 140 psi
 - o Presión de impresión
 - o Presión del rodillo barnizador
- **Ajustes para mantener el Set Up de la máquina**
 - o Pistones neumáticos del carro pierden el ajuste de topes del carro por aflojarse contra tuerca del vástago.
 - o Revisión mensual del apreté de contra tuercas para prevenir el mal ajuste en presión de impresión, *Toe-in* y topes del carro.
 - o Mantener presión de impresión en 0,066"
- **Piezas que sufren desgaste y hacen perder el Set Up**
 - o Contra tuerca del vástago tienden a aflojarse por lo tanto provoca variación en presión de impresión 0,066" a 0,069 es la correcta pero al aflojarse la contra tuerca provoca que estos parámetros se pierdan y por lo tanto se tuerce el carro perdiéndose el *Toe In*.

Fuente: elaboración propia.

2.3.6.9. Condiciones óptimas de operación de *Pin Oven*

En la siguiente figura se visualiza la interfaz del sistema que se emplea para verificar las condiciones óptimas de operación de la máquina pin oven. Antes de iniciar el turno el operador debe revisar la condición de la máquina en base a los parámetros establecidos en dicho sistema, y si se presentase alguna situación no descrita, se procede a realizar el análisis correspondiente.

Figura 26. Condiciones óptimas de operación de *Pin Oven*



The screenshot displays a control interface for a Pin Oven. On the left, there are four green-bordered boxes containing the following information: ITS SERIAL 14576, UNIDADES 2, CPM 3454, and OPERADOR 3. In the center, there are two side-by-side photographs of the industrial machinery. To the right of the photos, a text box explains that decorated cans are transported by a chain of pins to a convection oven, which is divided into two zones with different temperatures and uses gas for heating. Below these elements, a list of variables and maintenance instructions is provided.

Una vez decoradas las latas son enviadas por medio de una cadena de pernos hacia el horno de convección, el cual esta formado por dos zonas con temperaturas distintas y utiliza como energía calorifica gas, a través de las cuales pasa el bote para lograr el secado correcto de las tintas y el barniz

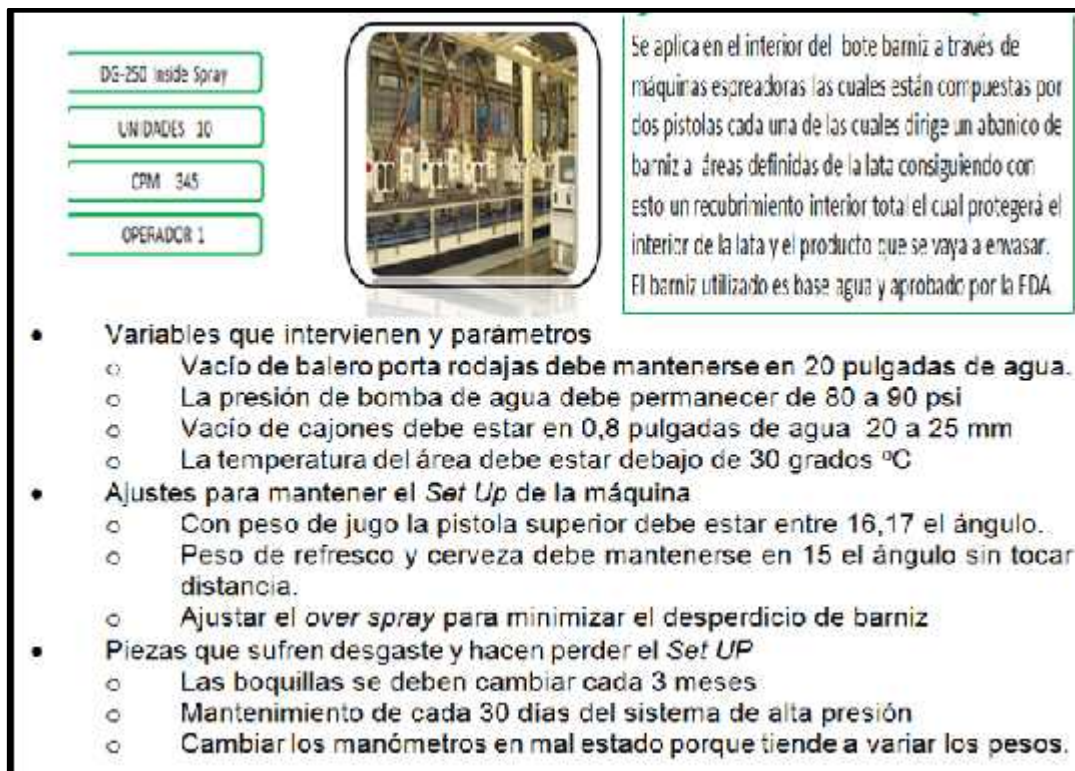
- **Variables que intervienen y parámetros**
 - o El vacío del *pin stripper* es de 12,5" de agua
 - o Temperatura del horno debe estar Zona 1 = 212 grados °C sp
 - o Temperatura del horno debe estar Zona 2 = 213 grados °C sp
 - o Lubricación cadena de pernos se lubrica con aceite *Klüber* NH1 CH2-220 plus la lubricación es 1,20 minutos y esperar 18 minutos sin lubricar.
 - o Presión en el túnel track salida del *Pin Oven* # 2
- **Ajustes para mantener el Set Up de la máquina**
 - o Cambio de fajas para motor cada 6 meses
 - o Fajas par *pin stripper*
 - o Chequeo por turno de presión de aire correcta
 - o Cambio de filtros cada mes en entrada de *Air Knife* % filtros de papel de 24x 24 x4.
 - o Cambio mensual a los filtros de los quemadores 4 filtros *Burner air Filter* color rojo.
 - o Nivelación de depósito del lubricador de la cadena de pernos antes que active guarda nivel.
 - o Limpieza *pin stripper* interior y exterior en cada mantenimiento
 - o Lubricación de chumaceras con grasa. *Mobilith* SHC 220 color roja multigrado cada 3 meses
 - o Se toman datos de análisis de vibraciones en chumaceras; medición Radial y Axial

Fuente: elaboración propia.

2.3.6.10. Condiciones óptimas de operación de *Esprayer*

A continuación, se presenta en la siguiente figura la interfaz del sistema que se emplea para verificar las condiciones óptimas de operación de la máquina *esprayer*. Antes de iniciar el turno el operador deber revisar la condición de la máquina en base a los parámetros establecidos en dicho sistema y si se presentase alguna situación no descrita, se procede a realizar el análisis correspondiente.

Figura 27. Condiciones óptimas de operación de *Esprayer*



The image shows a screenshot of a software interface for the 'Esprayer' system. On the left, there are four green-bordered boxes containing the following text: 'DG-250 Inside Spray', 'UNIDADES 10', 'CPM 345', and 'OPERADOR 1'. In the center, there is a circular inset image showing a large industrial machine with various pipes and components. To the right of the image, there is a text box with a green border containing the following text: 'Se aplica en el interior del bote barniz a través de máquinas esprayadoras las cuales están compuestas por dos pistolas cada una de las cuales dirige un abanico de barniz a áreas definidas de la lata consiguiendo con esto un recubrimiento interior total el cual protegerá el interior de la lata y el producto que se vaya a emvasar. El barniz utilizado es base agua y aprobado por la FDA.'

- **Variables que intervienen y parametros**
 - Vacío de balero porta rodajas debe mantenerse en 20 pulgadas de agua.
 - La presión de bomba de agua debe permanecer de 80 a 90 psi
 - Vacío de cajones debe estar en 0,8 pulgadas de agua 20 a 25 mm
 - La temperatura del área debe estar debajo de 30 grados °C
- **Ajustes para mantener el Set Up de la máquina**
 - Con peso de jugo la pistola superior debe estar entre 16,17 el ángulo..
 - Peso de refresco y cerveza debe mantenerse en 15 el ángulo sin tocar distancia.
 - Ajustar el *over spray* para minimizar el desperdicio de barniz
- **Piezas que sufren desgaste y hacen perder el Set UP**
 - Las boquillas se deben cambiar cada 3 meses
 - Mantenimiento de cada 30 días del sistema de alta presión
 - Cambiar los manómetros en mal estado porque tiende a variar los pesos.

Fuente: elaboración propia.

2.3.6.11. Condiciones óptimas de operación de IBO

En la siguiente figura se visualiza la interfaz del sistema que se emplea para verificar las condiciones óptimas de operación de la máquina IBO. Es importante resaltar, que antes de iniciar el turno el operador deber revisar la condición de la máquina en base a los parámetros establecidos en dicho sistema, y si se presentase alguna situación no descrita, se procede a realizar el análisis correspondiente.

Figura 28. Condiciones óptimas de operación de IBO

ITS SERIAL 14576

UNIDADES 1

CPM 3450

OPERADOR 0



El horno de convección, el cual está formado por dos zonas con temperaturas distintas y utiliza como energía calorífica gas, a través de las cuales pasa el bote para lograr el secado correcto de las tintas y el barniz.

- **Variables que intervienen y parámetros**
 - Lubricación de chumaceras
 - Grasa *Mobith* SHC 220 color rojo multigrado, cada 3 meses
 - Temperatura
 - Zona 1 = 121,1 C SP
 - Zona 2 = 228,2 C SP
 - Zona 3 = 228,0 C SP
 - Presiones
 - Presión aire para cilindro tensor de malla de teflón 40 psi
 - Revisión de malla no tenga rasgaduras
 - Revisión de la grapa no este descosida
 - Revisión del *pin* no este movido
 - Presión de gas LP 12 PSI en la entrada
 - Revisiones laterales entrada y salida del horno no tenga botes atorados.
 - Revisión de placas muertas que las placas no provoquen bote caído.
 - Cambio de filtros *burner air filter* color rojo cada mes
 - Cambio de filtros de papel de 20*20*2 (filtros de ventilación)

Continuación de la figura 28.

- **Ajustes para mantener el Set Up de la máquina**
 - Dos chequeos por turno para *Dámper*
 - Revisión de malla que no esté rasgada
 - Botes trabados en guías
 - Condiciones de placas muertas
 - Presión de cilindro tensor
 - Mantener estándar de temperatura
 - Presión de gas
 - Cambio de fajas cada 5 meses
 - Cambio de filtros cada 1 mes

- **Piezas que sufren desgaste y hacen perder el Set UP**
 - Malla de teflón
 - Grapas de la malla
 - Placas muertas
 - Fugas en manguera de aire, tuberías y racores
 - Acumulación de *Hollín* en partes internas del horno
 - Filtros saturados
 - Cambios de fajas
 - M1 zona 1 Recirculación *Blower 2 B X 51*
 - M2 zona 2 Recirculación *Blower 2 B X 63*

Fuente: elaboración propia.

2.3.6.12. Condiciones óptimas de operación de Necker

En la siguiente figura se visualiza la interfaz del sistema que se emplea para verificar las condiciones óptimas de operación de la máquina Necker, es importante resaltar, que antes de iniciar el turno el operador deber revisar la condición de la máquina en base a los parámetros establecidos en dicho sistema, y si se presentase alguna situación no descrita, se procede a realizar el análisis correspondiente.


Figura 29. Condiciones óptimas de operación de Necker

Belvac Production
Machinery Inc 595SK

UNIDADES 1

CPM 3200

OPERADOR 1



Como primer paso es aplicada una capa de cera grado alimenticio alrededor de la parte superior, posteriormente y de forma gradual a través de 14 etapas en donde se hace un trabajo mecánico es formado el cuello y reducido el diametro superior hasta las dimensiones requeridas, en una etapa siguiente en la parte del diametro reducido se le forma la pestaña la cual servira de base para encajar la tapa una vez se llene el bote, posteriormente y en una última etapa se hace el reformado del domo del bote el cual incrementará su resistencia.


- **Variables que intervienen y parámetros**
 - Lubricación de chumaceras
 - Vacío de *presco* 1 y 2 usan entre 1,0 a 1,3 In/hg
 - Vacío *tester* 0,7 a 0,9 In/hg para evitar atorones
 - Presión empujadores de *tester* entre 4,8 a 5,2
 - Pestañadora entre 19 a 22
 - Aire de reformadores 140 psi
 - Grasa *Mobith* SHC 220 color rojo multigrado, cada 3 meses lubricación
- **Ajustes para mantener el Set Up de la máquina**
 - Revisión de malla que no esté rasgada
 - Mantener los depósitos arriba de la mitad para evitar aire en las líneas de lubricación.
 - Nivelar inyectores cada 3 a 4 horas
 - Vacío de *waxer* mantener ajustado entre 5 y 6 In/hg ajustar únicamente cuando se da marca en el cuerpo del bote para evitar que *presco* rechace bote por dicha marca.
 - Revisión de *pin high* mensual en estaciones pestañadoras y reformado.
 - Identificación de manómetros Necker (vacío-aire)
- **Piezas que sufren desgaste y hacen perder el Set UP**
 - Revisión de mangueras por rompimientos
 - Grasea puede provocar desgaste prematuro en seguidores y *ram*
 - Elevar demasiado la presión en la pestañadora y *tester* causa desajuste en *manifol*.
 - Manguera de aire que se desacople causa daño en los racores
 - Cojinetes rodillos *waxer* se marran y se barren engranaje *satelite* de *waxer*.
 - Recorte de mangueras aire torreta 14 y reformadora sufren desgaste y provocan atorones.

Fuente: elaboración propia.

2.3.6.13. Condiciones óptimas de operación de transportes

A continuación, se presenta la figura que representa la interfaz del sistema que se emplea para verificar las condiciones óptimas de operación del proceso de transporte del envase fabricado. Es importante resaltar que antes de iniciar el turno el operador deber revisar la condición de la máquina en base a los parámetros establecidos en dicho sistema, y si se presentase alguna situación no descrita, se procede a realizar el análisis correspondiente.

Figura 30. Condiciones óptimas de operación de transportes



El diagrama muestra la interfaz del sistema de transporte de envases. Incluye tres logos de proveedores: Sager Metal Strip Company, Fride Conveyance Systems, y Fleetwood Goldco Wyard. A la izquierda hay dos imágenes de la maquinaria de transporte. A la derecha, un recuadro describe la función: transportar a través de mallas y camas de aire hacia cada uno de los procesos de la producción de latas.

- **Variables que intervienen y parámetros**
 - Los moto-reductores tengan una buena lubricación
 - Lubricación con aceite *Mobil* SCH 634
 - Chumaceras de ejes no tengan desgaste que no tenga ruidos ni vibraciones buena lubricación
 - Lubricación de chumaceras con Lubricante *Mobilus* EP 2
 - Los engranes deben de estar distribuidos Equitativamente el engrane del centro es el fijo y debe estar alineado en ambos ejes.
 - Las guías antifricción no deben de tener desgaste para un trabajo óptimo.
 - Nivelación o alineación de ejes correcta para mantener la malla centrada esto se logra con distancia y nivelación de chumaceras.
 - Revisar que no haya *sproket* dañados y estos provoquen brinco en la malla.
 - Que no exista mucha holgura en la catenaria de la malla la holgura recomendada es de 1 a 6 pulgadas.

Continuación de la figura 30.

- **Ajustes para mantener el Set Up de la máquina**
 - Dos chequeos por turno para *Dámper*
 - Revisión de malla que no esté rasgada
 - Botes trabados en guías
 - Condiciones de placas muertas
 - Presión de cilindro tensor
 - Mantener estándar de temperatura
 - Presión de gas
 - Cambio de fajas cada 5 meses
 - Cambio de filtros cada 1 mes

- **Piezas que sufren desgaste y hacen perder el Set UP**
 - Revisión de niveles correctos de aceite *Mobilux SCH 634* en cajas reductoras.
 - Que tenga la lubricación adecuada de chumaceras con grasa *Mobil EP2* y revisión que no exista desgaste.
 - Revisar que no exista desgaste en la malla y guías antifricción
 - Revisión visual que no existan pines salidos de la malla

Fuente: elaboración propia.

2.3.6.14. Revisión diaria de parámetros óptimos de operación

Con los parámetros óptimos de operación se realiza una revisión diaria si los parámetros son los adecuados y si se tiene alguna desviación de los parámetros establecidos se lleva a la reunión con el equipo de trabajo para realizar un análisis, los parámetros son colocados en rotafolios en cada una de las áreas para su respectiva revisión.

En la siguiente figura se visualiza el rotafolio que se emplea para la revisión de las condiciones óptimas de cada máquina descrita anteriormente, es importante resaltar que cada máquina posee su propio rotafolio y es responsabilidad del operador hacer un uso correcto del mismo.

Figura 31. **Rotafolio con parámetros óptimos de operación**



Fuente: elaboración propia.

2.4. Herramientas en el análisis de solución de problemas

En el siguiente apartado se presentan las herramientas empleadas para el análisis de solución de problemas, entre ellas, lluvia de ideas, análisis causa-raíz, diagrama de Pareto, entre otros.

2.4.1. Lluvia de ideas

Lluvia de ideas es una herramienta muy poderosa en análisis de problemas críticos que requieren un análisis más profundo como por ejemplo los del sistema de análisis de solución de problemas, en este caso se reúne el equipo y realizan una lluvia de ideas, a continuación, se detallan las ideas principales.

-) Contaminación de tintas
-) Atorones en esprayer, bote rallado
-) Fallas en lavadora
-) Bote golpeado de transportes
-) Bote golpeado de body maker
-) Contaminaciones de barniz
-) Contaminaciones de horno IBO mal recorte de trimmer
-) Bote oscuro, marca de punzón
-) Placas golpeadas
-) Variación de tonos
-) Pin Hole en el área domo BM 46
-) Bote abrasivo, entre otros

Al tener las anteriores ideas se procede a realizar el análisis causa-raíz, que se desarrolla a continuación.

2.4.2. Análisis causa-raíz

Luego del análisis de la lluvia de ideas con el equipo de trabajo se obtienen las ideas que más brindan ayuda para solucionar el problema, es decir, se seleccionan las ideas que representan mejores resultados para los indicadores. Son las siguientes:

-) Contaminación de tintas
-) Marcas de punzón
-) Contaminación de barniz en cuello
-) Pin Hole en el área domo BM 46

Luego se realiza con el equipo de trabajo un análisis causa raíz analizando varios aspectos como, método, máquina, mano de obra, medio ambiente y materiales para ir analizando cuál es la causa principal del problema. Con el análisis de matriz esfuerzo impacto, se identifica qué ideas requieren mayor atención, ya que brinda una solución con el menor esfuerzo para realizar la depuración de una gran cantidad de ideas y enfocarse en las que dan un resultado positivo para los indicadores.

2.4.3. Análisis 3D



Se diseña un formato de análisis de problemas el cual se llama 3D's que analiza el problema desde el inicio que lo causo, medidas que se toman en el momento, así como un análisis de un plan de acción para corregir y evitar que suceda de nuevo el problema este formato contiene:

-) Proceso donde se da el problema
-) Fecha que se da el problema
-) El turno ya sea de día o de noche

-) El equipo de trabajo donde sucedió el problema
-) El nombre del problema
-) Imagen del problema

En la siguiente figura se visualiza el formato utilizado para la herramienta 3D la cual es empleada para analizar los problemas de distintas categorías con el propósito de establecer controles y regresar a los estándares. Se seleccionó la problemática denominada pin hole en el área domo BM 46.

Figura 32. **Análisis y solución de problema**

	ANÁLISIS Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS CON 3D's		CÓDIGO:	KA-E-PD-021			
			VERSIÓN:	001			
		FECHA:	15 ABRIL 2015				
		PÁGINA:	1 DE 1				
PROCESO	FRONTEND	FECHA	24/10/2015	TURNO	DIA	EQUIPO	A
Nombre del Problema:	PIN HOLE EN EL AREA DEL DOMO BM 46						

Fuente: elaboración propia.

Como resultado de la actividad de lluvia de ideas y del análisis causa raíz, se obtuvo cuatro ideas principales, luego se procedió a analizarlas con la herramienta 3D, el proceso se describe a continuación.

-) La dimensión D1, consiste en definir el problema por medio del siguiente contenido:

- ¿Cuándo sucedió?
- ¿Dónde sucedió?
- ¿Quién lo reportó?
- ¿Es recurrente?
- El impacto del problema que causó
- Acciones inmediatas que se toman para corregir el problema

En la siguiente tabla se presenta el análisis de la dimensión uno de la herramienta 3D's, esta se clasifica en la definición del problema, identificación de la causa y la acción inmediata al problema.

Tabla VIII. **Dimensión uno**

01-Definir problema	Problema Causado	Acciones inmediatas
¿Cuándo sucedió? Cuando se impregna basura en la herramienta del domo	Se tiene producto defectuoso merma por 15 minutos máquina corre a 400 botes se daña el punzón	1 Se para la BM 46 para cambiar la manguera del <i>swits</i> de precio de la guarda del domo y se pulió la herramienta de domo
¿Dónde sucedió? En la herramienta del domo BM 46		2 Se barre línea
¿Quién lo reportó? Personal de Solacearse que está ubicado en transporte bote brillante		3 Se clasifica el producto
		4 Se mete a recuperar un <i>palles</i> no se le encontró nada
¿Es recurrente? No		5 Accionó al momento de hacerla

Fuente: elaboración propia.

Continuando con la misma problemática se procede a la segunda dimensión de la herramienta, que se describe a continuación.

-) La D2 análisis del problema por medio del siguiente contenido
- o 5 por qué
 - o El análisis de ishikawa causa efecto del 5 por qué mano de obra, máquina, materiales, método y medio ambiente.

En la siguiente tabla se presenta el análisis de la dimensión dos de la herramienta 3D, esta se clasifica en la definición del problema, identificación de la causa y la acción inmediata al problema.

Tabla IX. **Dimensión dos**

02- Análisis de problema	
5 por qué	Causa-efecto
Porque se incrusto un pedazo de racor y manguera en la herramienta del domo.	Máquina
Porque se tenía un <i>racor</i> para unir una manguera, esta se dañó y se lo paso trayendo el bolsillo eso ocasionó que el punzón agarrara y lo incrustara en la herramienta del domo.	Materiales
Por facilidad en la tarea cuando se daña alguna manguera en esa área no se cambia toda la manguera, solo se coloca una unión.	Método
Al momento de que pasara eso la máquina debería de parar electrónicamente por falta de aire en el interruptor de presión del domo pero no paro.	Máquina

Fuente: elaboración propia.

Continuando con la misma problemática se procede a la tercera dimensión de la herramienta, que se describe a continuación.

J) La dimensión D3 solución de problema el cual contiene el siguiente contenido:

- Actividades a realizar, es decir, los controles que se pondrán en base al análisis para que no vuelva a suceder el problema.
- Fecha propuesta hay actividades que requiere de un tiempo por lo cual se propone una fecha.
- Responsable de que se ejecute la actividad.
- Herramienta de sistema de análisis que se utilizará.

En la siguiente tabla se presenta el análisis de la dimensión tres de la herramienta 3D, esta se clasifica en la definición del problema, identificación de la causa y la acción inmediata al problema.

Tabla X. **Dimensión tres**



03 Solución de problema				
	Actividades a realizar	Fecha propuesta	Responsable	Herramienta SASP
1	Hacer un levantamiento de todas las mangueras dañadas y reubicar la posición de donde pasan las mangueras para descartar que estas se las lleve alguna pieza al momento de estar trabajando	03.11.2015	JR/JLC	
2	Cambio de interruptor mecánicos a electrónicos	15.01.2016	JR/FM	
3	Buscar otro tipo de manguera que no sea atacada por el soluble, buscar otra ruta por donde llevar las mangueras para evitar la recurrencia del problema (mangueras atrapadas)	03.11.2015	JR	
4	Platicar con los TMF para que cuando manipulen el área de la cadena bolsillos, revisen cómo se dejan las mangueras	04.11.2015	JR	

Fuente: elaboración propia.

- J) La parte final del formato contiene la firma del equipo que se reunió para realizar el análisis del problema.
- o Compromiso de que no suceda de nuevo el evento por menos de tres meses.
 - o Aprobación por el gerente de producción

En la siguiente tabla se presenta un ejemplo del análisis de la herramienta dimensión 3D, asimismo, se centra en la definición del problema, identificación de la causa y la acción inmediata al problema.

Figura 33. **Formato 3D**

		ANÁLISIS Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS CON 3D's		LÓDIGO: 5 PC 0007 VERSIÓN: 002 FECHA: 05/09/2015 PÁGINA: 1 DE 1
PRODUCTO: FRONT END	FECHA: 24/10/2015	HORAS: 10:00	DIA: A	
Nombre del Problema: PIN HOLE EN EL AREA DEL DOMO BM 46				
D1- Definir Problema		Problema causado	Acciones inmediatas	
Cuándo sucedió? Cuándo se impregna basura en la herramienta del domo		Producto defectuoso: merma	Se para la BM 46 para cambiar la manguera del switch de presión de la guarda del domo y se pulio la herramienta de domo	
Donde Sucedió? En la			1	
Quién lo reportó? Personal de Solucersa que esta ubicado en			2 se barre linea	
Es recurrente? NO			3 Se clasifica el producto	
			4 Recuperar un pallets no se le encontró nada	
		5 se cambio sensor de presión no acciono al momento de hacer la prueba		

Continuación de la figura 33.

D2 Análisis del problema			
5 por qué			efecto
porque se incrusto un pedazo de racor y manguera en la herramienta del domo			
porque se tenia un racor para unir una manguera, esta se daño y se lo paso traendo el			
por facilidad en la tarea cuando se daña alguna manguera en esa area no se cambia toda			
al momento de que pasara eso la maquina deberia de parar electronicamente por falta			
D3 Solución del problema			
	Acrividades por realizar	Fecha Propuesta	Responsable
1	Hacer un levantamiento de todas las	03.11.2015	JR/JLC
2	Realizar una orden de trabajo donde se	03.11.2015	JR/FM
3	Cambio de switch mecanicos a electronicos	15.01.2016	JR/FM
4	Buscar otro tipo de manguera que no sea	03.11.2015	JR
5	Platicar con los TMF para que cuándo	04.11.2015	JR
	Equipo de trabajo		
	Pedrimo compromiso a que no	Aprobado por	

Fuente: elaboración propia.

2.4.4. Diagrama de Pareto

Con el registro de la bitácora de seguimiento, se obtiene los problemas que con más repetitividad se están dando, y que afectan el propósito de alcanzar los objetivos, por lo mismo, se realiza un análisis 80-20 para atacar el 80 % de los defectos que están siendo causados por los siguientes problemas.

-) Contaminación de tintas.
-) Marcas de punzón.

-) Contaminación de barniz en cuello.
-) Pin hole en el área domo BM 46.
-) Por lo cual se establecen los siguientes controles para atacar las contaminaciones de tinta.
 - o Se establece una limpieza al inicio de turno de las barras de los tinteros.
 - o En cada cambio de etiqueta se realiza la limpieza de barras.
 - o Se tiene una inspección de 12 botes cada 8 minutos, la cual se reduce a 4 minutos para detectar con una mayor reacción y corregir.
 - o Se establece al encargado de calidad (RCP) que realice la inspección del bote cada cambio de etiqueta.
 - o Se brinda al mecánico de transportes la inspección que deberá de realizar al bote mantillas marcadas, contaminación de tinta, textos legibles, variación de tonos, placas dañadas y traslape opaco.

El diagrama de Pareto es una gráfica o tabla que se emplea para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite asignar un orden de prioridades. A continuación, se presenta el diagrama de Pareto aplicado a la problemática actual de la empresa objeto de estudio.

Tabla XI. **Diagrama de Pareto**

No.	Problema	Incidencia (eventos) por mes	Acumulado
1	Pin Hole en el área domo BM 46	30	23 %
2	Contaminación de tintas	20	38 %
3	Marca de punzón	15	50 %
4	Variación de tonos	12	59 %
5	Fallas en lavadora	10	67 %
6	Atorones en espray bote rallado	9	74 %
7	Mal recorte de trimmer	8	80 %
8	Bote oscuro	5	84 %
9	Placas golpeadas	5	88 %
10	Bote abrasivo	4	91 %
11	Bote golpeado de Body Maker	4	94 %
12	Bote golpeado de transportes	3	96 %
13	Contaminaciones de barniz	3	98 %
14	Contaminaciones de horno IBO	2	100 %
		130	

Fuente: elaboración propia.

2.4.5. 5'S orden y limpieza

Se realiza un cuadernillo de control de limpieza con el cual se designa cada máquina a un operario para tener en condiciones laborales seguras la limpieza y evitar condiciones inseguras que puedan causar un accidente, dentro del cuadernillo de trabajo se tiene lo siguiente.

-) Máquina donde se realizará la limpieza y el ordenamiento.
-) Encargado del área.
-) Cuándo se realizará la limpieza y orden de la máquina.
-) Firma de entrega de turno en condiciones establecidas en el formato.
-) Observaciones de condiciones fuera de lo establecido.
-) Las tareas por ejecutar (trapos en el área/guantes/orden, latas y anillas en el área (*Scrap*), limpieza de máquinas, de piso, frente y atrás).

En la siguiente tabla se presenta un ejemplo del análisis de la herramienta formato de 5´s, asimismo, se centra en la definición del problema, identificación de la causa y la acción inmediata al problema.

Tabla XII. **Formato de 5´s**

ECA GUATEMALA		5's Front End			
Front End	ENCARGADO	CUANDO		FIRMA	OBSERVACIONES
Copper	área	Limpieza		Inicio turno	Final de turno
TAREA					
Trapos en el área/Guantes/Orden	Body 43, 44 y 45	Turno día	7:00 19:00		
		Turno de noche	19:00 7:00		
Latas y anillas en el área (<i>Scrap</i>)	Body 43, 44 y 45	Turno día	7:00 19:00		
		Turno de noche	19:00 7:00		
Limpieza del maquinas	Body 43, 44 y 45	Turno día	7:00 19:00		
		Turno de noche	19:00 7:00		
Limpieza de piso Frente y atrás	Body 43, 44 y 45	Turno día	7:00 19:00		
		Turno de noche	19:00 7:00		

Fuente: elaboración propia.

2.4.6. Lección en un punto






Se crea el formato de lección en un punto, esto sale a raíz de las condiciones óptimas de operación debido a que hay una mayor experiencia en conocimiento de unos operarios más que otros con esta lección. Se busca llevar a los operarios al mismo nivel óptimo para ejecutar de manera eficiente las operaciones.

La lección en un punto brinda en una hoja o como máximo dos, la transmisión de los conocimientos de una manera visual y explicativa con detalle de ajustes, calibraciones, transmisión de conocimientos básicos con el objetivo de tener la misma experiencia el formato contiene los siguientes:

-) El título de la mejora, falla o transmisión de conocimiento básico
-) La máquina la fecha de realización
-) La clasificación (conocimiento básico, mejora, falla o problema)
-) El turno de día o de noche
-) Nombre de quien transmite el conocimiento
-) Firma del encargado del área de dar seguimiento a este formato

En la siguiente figura se presenta un ejemplo del análisis de la herramienta lección en un punto, identificando el problema de cambio de leva de alimentación, asimismo, se centra en la definición del problema, identificación de la causa y la acción inmediata al problema.

Figura 34. Lección en un punto: cambio de leva de alimentación

	LUP's	CÓDIGO:	IN-PD-PD-036	
		VERSIÓN:	001	
		FECHA:	30-oct-14	
		PÁGINA:	1 de 1	
	TPM - LUP <i>Lección de un Punto</i>			
Título:	CAMBIO DE LEVA DE ALIMENTACIÓN			
Equipo / Máquina	BODY MAKERS	Fecha:		29/07/2015
Nombre:	JOSE CHIN	Turno		A B
Clasificación				
<input type="checkbox"/> Conocimiento Básico <input type="checkbox"/> Mejora <input checked="" type="checkbox"/> Falla/problema <input type="checkbox"/>				
<u>SHORT CAN POR LEVA GOLPEADA</u>				
<p>El problema se presenta cuando la leva de alimentación empuja mal la copa, hacia la parte donde embute la copa es decir entre el localizador el prensacopas y el redraw.</p> <ul style="list-style-type: none"> * Ya sea por copa golpeada del transporte. * Por que este mal el tiempo de alimentación de la copa. * Porque el cilindro neumático del pin stop no haga su función como se debe. * Por mal ajuste del localizador. <p>Debido a la mala alimentación de la copa, la leva sufre tallones en contorno de su perfil, y en la punta.</p>				
<u>INCORRECTA ALIMENTACIÓN</u>		<u>CORRECTO ALIMENTACIÓN</u>		
				

Continuación de la figura 34.

SOLUCIÓN:

- * Al momento de quitar la copa que alimentó mal la leva, se toca el perfil de ella(leva), para revisar que no tenga tallones.
- * La máquina se arranca normalmente.
- * Al momento de arrancar la máquina comienza a dar problemas de rompimientos, se debe de observar detenidamente el bote e identificar si hay golpecitos en el cuerpo de la lata o por lo menos a 2 pulg. arriba del domo.



- * Si aparecieran estos pequeños puntos o golpes, se debe de identificar si hubiera algun golpe en la leva que se pueda pulir allí mismo, es decir, sin desmontar la leva.
- * Si no se eliminaran los golpecitos y los rompimientos continuan, no se debe permitir que sean más de 3 rompimientos por dicha causa.
- * Se desmonta el track de alimentación: placa de acceso grande, placa de acceso pequeña, freno de copa, placa triangular, localizador media luna, estas piezas se deben pulir detenidamente, para descartar que cualquier golpe este ocasionando dichos tallones en el cuerpo del bote.
- * Se realiza cambio de leva, y se procede a armar el track de alimentación, habiendo revisado minuciosamente cada pieza del track de alimentación, antes de colocarla.
- * Habiendo terminado de armar, se procede a arrancar la máquina
- * Validando que ya no existan tallones en el cuerpo del bote.

Transmisión de conocimientos

Fecha:						
Técnico:						
Número:	Comentario:			Fecha		Página: 1 de 1

Fuente: elaboración propia.





2.4.7. **Check List de reuniones efectivas**

Se realiza un *check list* para evaluar las reuniones de los equipos de trabajo y llevar a un alto rendimiento y efectividad de las reuniones el cual contiene lo siguiente.

-) ¿Los integrantes del pequeño equipo *SHO SHU DAN* son puntuales?
-) ¿El equipo *SHO SHU DAN* trae la información que necesita?
-) La información del equipo es clara y entendible para los integrantes del equipo.
-) El ambiente en la reunión brinda confianza para expresar las ideas
-) ¿Participan todos los integrantes del equipo aportando ideas?
-) ¿Se plantearon acciones dirigidas a la problemática (se desvió del tema central)?
-) ¿Se planteó un plan de acción para corregir de raíz el problema?
-) ¿Se plantearon acciones entendibles al tema?
-) Se dieron distractores dentro de la reunión (uso celular, no poner importancia al tema, abandonar la reunión)
-) Observaciones (¿Qué se debería mejorar en las reuniones?)

En la siguiente figura se presenta un ejemplo del formato sobre la evaluación de las reuniones, asimismo, se centra en la definición del problema, identificación de la causa y la acción inmediata al problema.

Figura 35. Evaluación reuniones

			
Nombre del Equipo : Kaizen Pequeño Equipos <i>Sho Shu Dan</i>			
Fecha:			
Tema de la reunion			
Nombre de quien revisa:		Equipo: A B C	
		  	
	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	¿Los integrantes del Pequeño Equipo SHO SHU DAN son puntuales ? Líder de Equipo RCP Electrónico Técnico <i>Front End</i> Químico de turno Mecánico de transportes Mecánico de apoyo Técnico <i>Back End</i>	○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○	○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○
2	¿El equipo SHO SHU DAN trae la informacion que necesita? Líder de equipo RCP Electrónico Técnico <i>Front End</i> Químico de turno Mecánico de transportes Mecánico de apoyo Técnico <i>Back End</i>	○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○	○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○
3	La informacion del equipo es clara y entendible para los integrantes del equipo. Si su respuestas es No ¿por qué no fue clara? Y ¿ qué se debería de hacer ?	○	○
4	El ambiente en la reunion brinda confianza para poder expresar las ideas. Si su respuestas es No ¿Por qué?	○	○
5	¿Participan todos los integrantes del equipo aportando ideas? Líder de equipo RCP Electrónico Técnico <i>Front End</i> Químico de turno Mecánico de transportes Mecánico de apoyo Técnico <i>Back End</i>	○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○	○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○

Fuente: elaboración propia.

Se realiza una evaluación de cada uno de los integrantes de los equipos de trabajo la información se canaliza a través del líder del equipo de trabajo se reúne a cada integrante mostrándole los puntos del *chek list* que necesita mejorar. En la siguiente tabla se presenta el resultado de la evaluación realizada en las reuniones de los equipos *sho shu dan*, clasificados en tres equipos, también se presenta el punteo de la efectividad de cada reunión.

Tabla XIII. Evaluación reuniones

Evaluación de Ccheck List reuniones efectivas								
Integrantes del equipo	A		B		C		Total	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	Si	No
Líder de equipo	9	1	9	0	9	1	27	2
ZS.29	10	0	9	1	9	1	28	2
RCP	8	2	9	1	9	1	26	4
Electrónico	7	3	9	1	8	2	24	6
Técnico <i>Front End</i>	9	1	10	0	7	3	26	4
Químico de turno	8	2	8	2	5	5	21	9
Mecánico de transporte	7	3	10	0	8	2	25	5
Mecánico de apoyo	9	1	9	0	10	0	28	1
Técnico <i>Back End</i>	10	0	8	7	8	2	26	9

Fuente: elaboración propia.

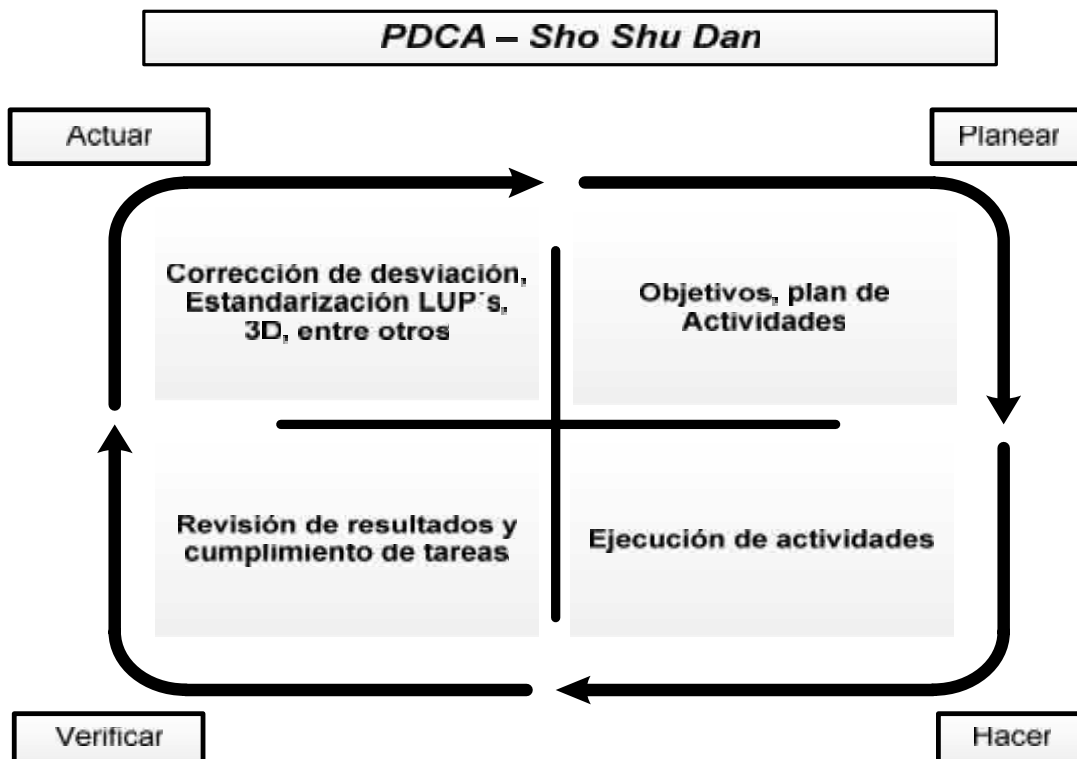
2.4.8. PDCA

Se forman los equipos de trabajo enfocados en el círculo de calidad de mejora continua. Los equipos de trabajo planifican la estrategia para lograr los objetivos del turno de día, luego de la planificación se ejecuta.

Luego se verifica con la correcta operación realizando una revisión y seguimiento de la actividad ejecutada y si funciona, se actúa y se vuelve a realizar el mismo ciclo cada día en búsqueda de la perfección. Los equipos saben que no la alcanzarán, pero se sigue el proceso hasta cada día mejorar cada uno de los procesos. Los integrantes adoptan este pensamiento.

En la siguiente figura se visualiza el círculo de Deming, que abarca las áreas de, planear, hacer verificar y, actuar, aplicado por los equipos de trabajo *Sho Shu Dan*.

Figura 36. **PDCA equipos de trabajo**



Fuente: elaboración propia.

2.5. Resultados de las mejoras realizadas

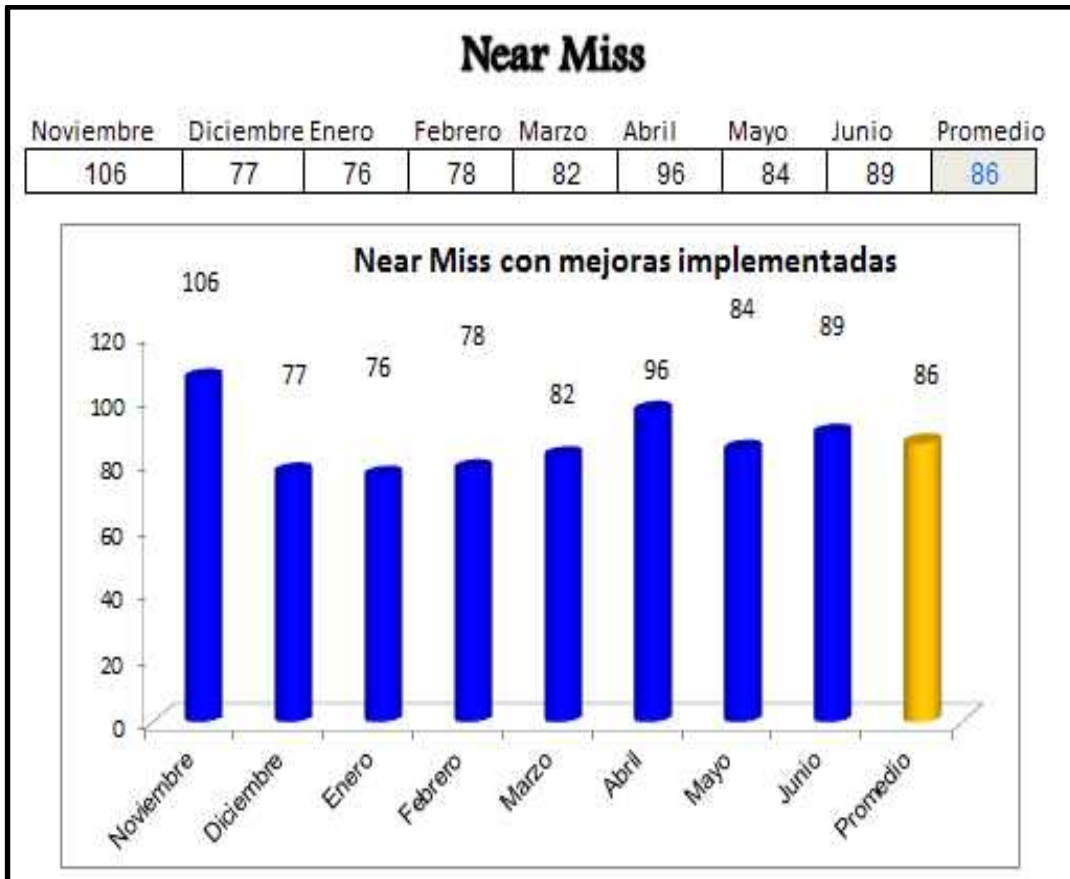
Los equipos de trabajo se llevan a un nivel de alto rendimiento con la formación de un equipo encargado de monitorear las máquinas por medio de la identificación, el seguimiento a los problemas, registro de los problemas, establecimiento de las condiciones óptimas de operación para detectar los parámetros que están fuera y anticiparse a las fallas. Los equipos de trabajo realizan un análisis causa-raíz, son capaces de realizar un paretto y establecer los controles para corregir de raíz el problema.

2.5.1. Seguridad

Con las mejoras implementadas se obtienen los resultados de los *Near Miss*, los cuales son detecciones de una fuente potencial de un accidente, la cual los reporta el encargado de seguridad y todos los integrantes del equipo formado. En las reuniones diarias se tiene un estadístico de noviembre a junio ochenta y seis *near miss*.

En la figura siguiente se presenta un estadístico de noviembre a junio. En mayo se registró el menor porcentaje y en octubre el mayor, teniendo un promedio de 86 *Near Miss* en este período, como resultado de las mejoras implementadas.

Figura 37. Seguridad con implementación de mejoras noviembre-junio



Fuente: elaboración propia.

2.5.2. Calidad

Con las mejoras implementadas se realiza una recolección de datos con los reclamos de los clientes de noviembre a junio, con una suma de 10 reclamos.

En la figura siguiente se presenta un estadístico de noviembre a junio. En diciembre y marzo se registró la menor cantidad y en abril la mayor, teniendo un total de 10 en este período, como resultado de las mejoras implementadas.

Figura 38. **Reclamos con implementación de mejoras noviembre-junio**



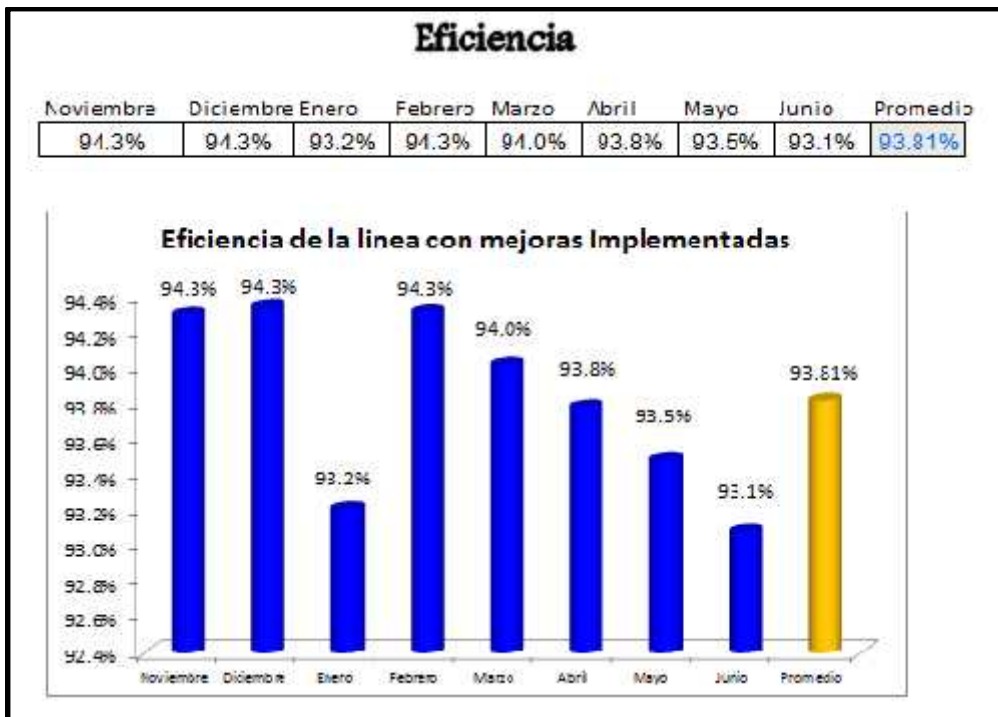
Fuente: elaboración propia.

2.5.3. Eficiencia

Con las mejoras implementadas se realiza una recolección de datos con la eficiencia de la línea de producción de noviembre a junio obteniendo un promedio de 93,81 %.

En la figura siguiente se presentan los datos de noviembre a junio. Durante este lapso el porcentaje mayor corresponde a tres meses con 94,3 y el menor a junio con 93,1, teniendo una eficiencia promedio del 93,81 %.

Figura 39. **Eficiencia con implementación de mejoras noviembre-junio**



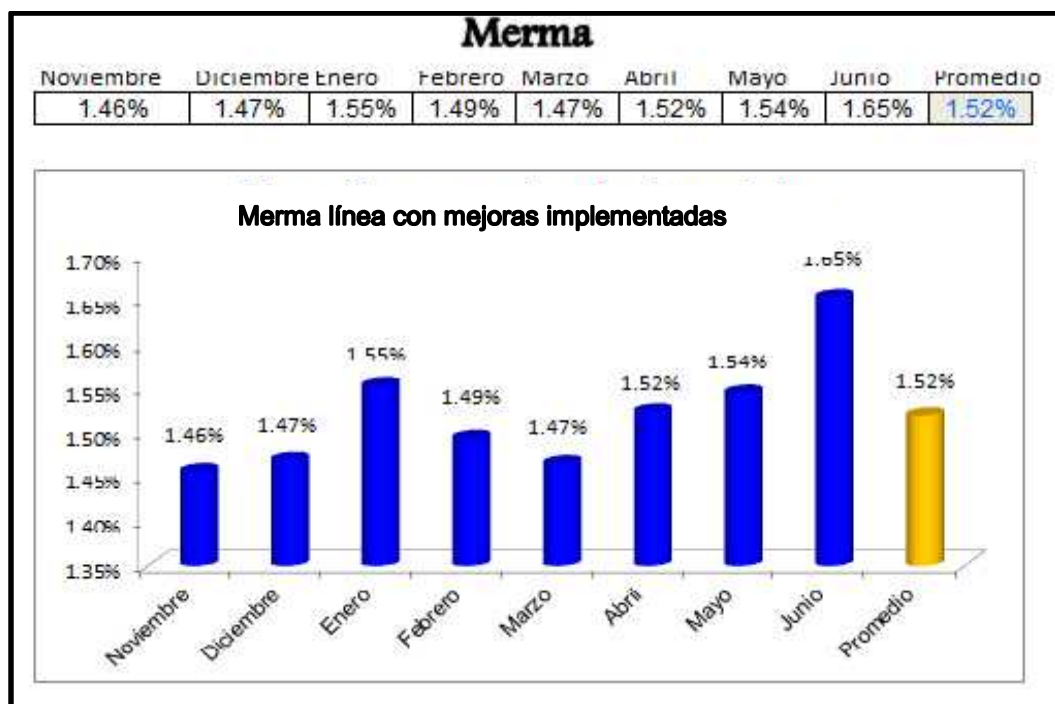
Fuente: elaboración propia.

2.5.4. Merma

Con las mejoras implementadas se realiza la recolección de datos con datos de merma de la línea de producción de noviembre a junio obteniendo un promedio de 1,52 %.

En la figura siguiente se presentan los datos que corresponden de noviembre a junio. Durante este período el mayor porcentaje corresponde a junio con 1,65 y el menor a noviembre con 1,46. Se tuvo un promedio de merma de 1,52 %.

Figura 40. Eficiencia con implantación de mejoras noviembre-junio



Fuente: elaboración propia.

A continuación, se describirán las mejoras que se obtuvieron en los cuatro indicadores seleccionados para mejorar la producción.

2.5.5. Mejoras en seguridad

Con las mejoras se realizó un balance de la seguridad, antes de las mejoras eran 84 *Near Miss* detectados. Con las mejoras se obtuvo un promedio de 86, con este resultado se comprueba que los equipos de trabajo están reportando más condiciones inseguras, lo que brinda un mejor panorama. Como resultado de las mejoras implementadas, se determinó que sí hay una mayor atención respecto de la seguridad en la línea de producción.

2.5.6. Mejoras en calidad

Con las mejoras se realizó un balance de la calidad del producto entregado. Antes de las mejoras en relación a la calidad, se tenía un total de 15 quejas de los clientes por alguna inconformidad en el producto entregado. Luego de las mejoras, se obtuvo un total de 10 reclamos de clientes. Lo que significa que se disminuyó a 5 reclamos. Esto ayuda a mantener mejor la satisfacción de los clientes; es importante resaltar que, con una mejor planificación, se obtienen condiciones óptimas de operación de las máquinas y el producto terminado es de mejor calidad.

2.5.7. Mejoras en eficiencia

Con las mejoras obtenidas, se realizó un balance de la eficiencia de la línea de producción. Antes de las mejoras se tenía una eficiencia de 93,2 y con las mejoras implementadas se obtuvo un 93,8 teniendo como resultado un 0,6 % de aumento de la eficiencia.

Lo que significa que el cuello de botella es de 3 200 botes por minuto y que los turnos son de 12 horas y que una hora tiene 60 minutos entonces se tiene que el 100 % es 2 304 000 y con una eficiencia del 93,2 antes de las mejoras se producía una cantidad de 2 141 328 botes de aluminio.

En un turno de 12 horas y con las mejoras implementadas se tiene una eficiencia del 93,8 lo cual equivale a 2 161 152 botes, realizando la resta se producen 13 824 botes más en un turno, multiplicado por 2 turnos en el día y por un promedio de 30 días de un mes, equivale a 829 400 botes más, producidos cada mes.

Por lo cual, se ven mejorados los indicadores de seguridad, eficiencia y calidad. El indicador de merma no reduce por lo contrario aumenta, pero tiene la tendencia que todo el producto defectuoso se detecta en la línea de producción y no llega hasta el cliente, mejorando los filtros que se tienen en la línea. Esto ocasionó un aumento con este indicador. Se tiene que realizar un replanteo de las mejoras para reducir la merma y ver los resultados esperados.

En la siguiente tabla se presenta un análisis comparativo sobre el indicador de eficiencia, comparando los resultados antes de la mejora y los resultados actuales. Esto da como resultado un aumento del 0,6 por ciento de eficiencia, que representa un volumen de 2,161,152 botes por turno, al realizar una comparación significa que se producen al mes, un total de 829,400 botes más.

Figura 41. **Análisis de eficiencia con mejoras**

Cálculo de la eficiencia de la línea	
12 horas trabajadas por turno	
1 hora = a 60 minutos	
Proceso más lento, cuello de botella Necker 3 200 latas por minuto	
Cálculo eficiencia	
3 200*12*60=2 304 000 es la máxima producción que se puede tener, equivale a un 100%	
Eficiencia antes de las mejoras	
2 304 000	100%
X cantidad de botes	93.20%
Realizando una regla de 3	
$2\ 304\ 000 \cdot 0.932 / 100 = 2\ 147\ 328$ botes en un turno de 12 horas	
93.2 equivale a 2 147 328 botes producidos en un turno de 12 horas	
Eficiencia con mejoras	
2 304 000	100%
X cantidad de botes	93,8%
Realizando una regla de 3	
$2\ 304\ 000 \cdot 0.938 / 100 = 2\ 161\ 152$ botes en un turno de 12 horas	
93.8 equivale a 2 161 152 botes producidos en un turno de 12 horas	
Eficiencia antes de mejoras, frente, implementación de mejoras	
$2\ 161\ 152 - 2\ 147\ 328 = 13\ 824$ Botes alu 13 824	
13 824*2*30=829 440 botes de aluminio se producen más al mes	

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se presenta una comparación entre la productividad inicial y la productividad actual como resultado de la implementación de las mejoras propuestas. Se puede observar que la propuesta cumplió con su objetivo y representa para la empresa un aumento en la productividad.

Tabla XIV. **Cuadro comparativo producción inicial y actual**

ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD			
	Indicador	Diagnóstico inicial	Resultado actual
	Seguridad	84 <i>Near Miss</i>	86 <i>Near Miss</i>
	Calidad	15 reclamos	10 reclamos
	Eficiencia	93,26 %	93,81 %
	Merma	1,49 %	1,52 %

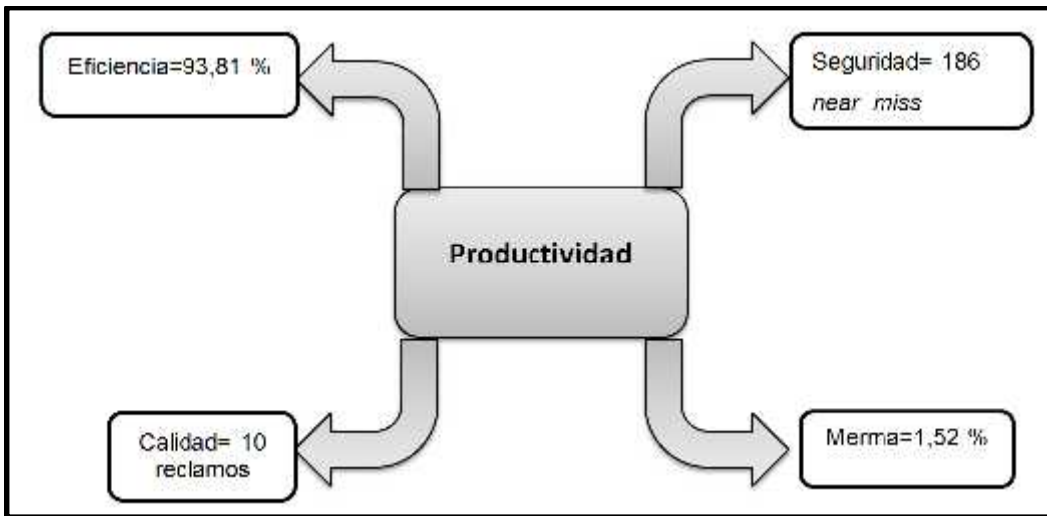
Fuente: elaboración propia.

2.5.8. Mejoras en merma

Con las mejoras se realiza un balance de la merma de la línea de producción. Antes de las mejoras se tenía una merma de 1,49 % y con las mejoras implementadas un 1,52 %; teniendo un aumento de 0,3 % de merma se está tirando mayor cantidad de bote en la línea con los controles establecidos y en la planificación se está teniendo un mayor control para que el producto final que llegue a los clientes sea de mejor calidad. Con los clientes que se tiene menos reclamos.

La productividad es la suma de los indicadores de eficiencia, seguridad, calidad Y merma con los cuales se obtuvieron los siguientes resultados.

Figura 42. **Productividad**



Fuente: elaboración propia.

En todos los indicadores se obtuvo un resultado mejor, solo el indicador de merma se aumentó de un 1,49% a 1,52% por situaciones en las cuales se hizo un cambio de proveedor. La merma dentro de la planta tiene un área donde se recicla el producto es enviado a una planta en el cual se vende y se recupera parte de lo que se tira, por lo tanto, no es una pérdida total.

2.6. Costo de las mejoras

A continuación, se presenta una tabla que incluye los costos de la implementación de la propuesta para la mejora de la línea de producción. Se describe el concepto, la cantidad y costo unitario y finalmente se presenta el total del presupuesto.

Tabla XV. **Análisis de eficiencia con mejoras**

Concepto	Cantidad	costo unitario	Costo total
Portafolios de condiciones óptimas de operación	8	Q. 75	Q. 600
Impresión de hojas condiciones óptimas de operación	100	Q. 0,25	Q. 25
Espacio en la red sistema análisis y solución de problemas	1	Q. 5 000	Q. 5 000
Diseño de bitácora seguimiento	1	Q. 3 000	Q. 3 000
Pizarra de formato de seguimiento	1	Q. 3 800	Q. 3 800
Muestrario de latas	1	Q. 900	Q. 900
Total			Q. 13 325

Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN DE REDUCCIÓN DE CONTAMINACIÓN CAUSADA POR FUGAS EN LAS DIFERENTES MÁQUINAS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

3.1. Diagnóstico de las fugas de soluble en área de *Front End*

En el *front end* se tiene el proceso de estirado y recortado del bote. Actualmente se tienen fugas de soluble (lubricante para evitar rompimiento y daño en aluminio) se realiza un estadístico de las fugas de soluble mediante un reporte diario que se realiza en cuanto a la inspección de dichas fugas con los siguientes datos se tiene un promedio de fugas de soluble de 25 litros diarios.

Estas van a dar a unas rejillas que son enviadas al tratamiento de aguas residuales ahí se regeneran convirtiendo el soluble en agua, pero no se logran quitar todos los metales pesados por lo que es una fuente de contaminación.

A continuación, se describe los resultados del diagrama de Ishikawa realizado para determinar el diagnóstico sobre las necesidades de capacitación.

-) Metodología
 - o Falta estandarización del trabajo
 - o Mala comunicación
 - o No hay planificación
 - o Actividades diarias

-) Ambiente
 - o Condiciones inseguras de trabajo

- Derrames aceite

) Máquina

- Fallas continuas
- Baja disponibilidad
- Falta de un mantenimiento
- Preventivo

) Materiales

- Repuesto de mala calidad

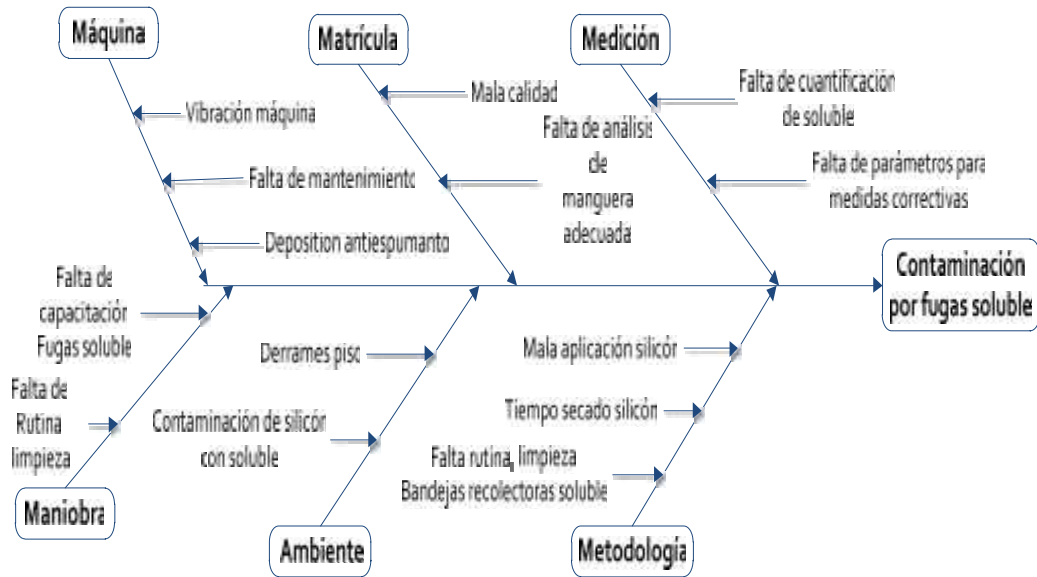
) Mano de obra

- Distintas formas de trabajo
- Falta de seguimiento trabajo
- Mal análisis, fallas recurrentes
- No se establecen controles
- Problemas recurrentes

) Medición

- Falta de indicador sobre disponibilidad de máquinas
- Carencia de tiempo establecido para ejecución de tareas

Figura 43. Diagrama Ishikawa fase de investigación



Fuente: elaboración propia.

Actualmente, se tienen demasiados derrames de soluble, el cual es un refrigerante que ayuda a formar el cuerpo del bote de aluminio. El soluble se compone de un 90 % de agua y un 10 % de aceite. En las máquinas *Body Maker* circula a través de mangueras, bandejas, recolectoras.

La situación es la siguiente: las mangueras se deterioran y causan fugas; las bandejas recolectoras sufren fracturas por la vibración causada por el movimiento de las máquinas; en el proceso de formado del cuerpo del bote se tiene un flujo de caudal el cual, por las propiedades del soluble, tiende a generar un efecto de efervescencia (forma espuma).

Existe un dispositivo que adhiere una cantidad de anti espumante el cual por falta de mantenimiento se dañó y no se ha reparado, por ello es otra fuente de derrame de soluble dentro la *Body Maker*.

Además, existe un sello para que no existan fugas el cual es llamado “empaquete yugo”, este se sella con silicón, pero esto requiere de 12 a 24 horas de secado para que realice un sello correcto. Sin embargo, debido a que no se dispone de ese tiempo, ya que la máquina no puede estar parada durante este lapso, no se realiza un sellado adecuado y, posteriormente existen fugas.

3.1.1. Análisis de fugas de soluble

En las *body maker* hay fugas de soluble; se realiza una inspección diaria de las fugas en horario de 8:00 am a 9:00 am. La situación es que no se realiza la corrección de estas y se siguen reportando todos los días. Las causas principales de las fugas son las siguientes: el soluble del formado del bote de aluminio es transportado por mangueras las cuales por el movimiento y la vibración tienden a sufrir rompimientos, causando que el soluble se fugue debido a un material no adecuado y falta de una rutina de revisión y mantenimiento.

3.1.1.1. Análisis de fugas por manguera rotas y plan de corrección

En la siguiente figura se muestra un caso de fugas por mangueras rotas de la máquina *body maker*, esta situación es el resultado de falta de mantenimiento.

Figura 44. Fugas por mangueras rotas



Fuente: elaboración propia.

Se realiza un plan en el cual, las *body maker* que tengan más fugas, se cambian por medio del reporte diario, por mangueras dañadas. Esta información se llevará en la reunión diaria y se planificará la corrección. Para evitar el aumento de las fugas se cambiará la manguera dañada o en el caso que requiera un paro de más de una hora para la corrección se estará sellando con silicón, que funcione en condiciones húmedas.

3.1.1.2. Análisis de fugas por bandejas de recolección rotas y plan de corrección

En la siguiente figura se presenta el caso de bandejas de recolección de solubles rotas, situación que provoca fugas en la body maker. En el proceso del formado del bote de aluminio existen bandejas que recolectan el soluble para evitar que se derrame, estas bandejas tienen cordones de soldadura para formarlas, pero debido a la vibración, tienden a taparse donde se traslada el flujo del soluble por suciedad que se acumula y se rebalsan, causando derrames.

Figura 45. **Fugas por bandejas de recolección rotas**



Fuente: elaboración propia.

Las *body maker* (estirado de bote) tienen una bandeja de recolección de fugas de soluble, pero en todas están dañadas, por lo tanto, se tienen derrames alrededor de máquinas. Se realiza la reparación en mantenimiento mensual debido a que es necesario realizar una soldadura. Para evitar un daño al sistema electrónico es necesario *des energizar* cada una de las *body maker*.

3.1.1.3. Análisis de fugas por generación de espuma y plan de corrección

En la siguiente imagen se visualiza la problemática de fugas por generación de espuma que consiste en pérdida o derrame de soluble, como resultado de la obstrucción de los conductos de la máquina.

Figura 46. Fugas por generación de espuma



Fuente: elaboración propia.

La problemática surge cuando se realiza este sellado, ya que se debe esperar de 12 a 24 horas para que el silicón seque y pueda formar un sello hermético, pero debido a que el proceso no permite tanto tiempo una máquina parada, influye en disponibilidad y esto genera un costo demasiado alto.

Una de las fuentes principales de fugas de soluble es la formación de espuma, lo que crea una formación de efervescencia y causa que el soluble se fugue por todas partes. El problema se corrige un antiespumante que realiza un efecto de regresión a su condición normal líquida. El problema de la formación de espuma radica en que se dañó el dosificador.

(El dosificador agrega una gota de anti espumante por cada 60 litros de soluble, se agrega el 1 % de anti espumante por medio del dosificador en 24 horas, para evitar que el soluble genere espumas). Por lo tanto, este efecto se da en cada una de las máquinas luego de realizar un análisis de la situación del dosificador, se revisa con el encargado del área química y se detecta que el dosificador dañado.

Por ello se repara el dosificador y se realiza el cambio al agregar 6 litros de antiespumante en 24 horas con cual el efecto de fugas de soluble por generación de espuma se corrige. Se brinda a cada técnico de *body maker*, un spray anti-espumante al momento que se tenga determinada situación, con lo cual se corrige esta causa.

3.1.1.4. Análisis de fugas por empaque de yugo dañado y plan de corrección

En la siguiente imagen se visualiza el caso de fugas de empaque dañado de yugo. En *body maker* se tiene una lubricación interna un empaque sella una junta el yugo y se sella con silicón.

Figura 47. Fugas empaque dañado de yugo



Fuente: elaboración propia.


En cada mantenimiento semestral se corregirán las fugas de soluble, ya que para la corrección de fugas requiere 2 horas de máquina parada y en el mantenimiento semestral cada *body maker*, se realiza el paro de 3 horas, aprovechando este mantenimiento se realizará la corrección de fuga.

En cada *body maker* se tienen ciclos de trabajo, los cuales se reportan cada dos días con datos de contadores electrónicos. Al llegar a 100 millones de ciclos (un bote formado) de trabajo, se tiene un mantenimiento semestral que abarca 6 horas de mantenimiento, pero se van realizando en partes seccionadas para no parar la máquina las 6 horas y afectar la eficiencia de la línea. Dentro de este mantenimiento se tiene el cambio de yugo.

El yugo es la base sólida de aluminio con una cavidad, el cual tiene insertado un neumático que retiene aire a presión, el cual tiene como función amortiguar el impacto realizado por la máquina en el formado del bote. El paro de máquina requiere de dos horas, por lo tanto, se planifica en este mantenimiento realizar las correcciones de fuga que se dan alrededor. Por la alta vibración se daña el empaque que forma el sello en esta cámara, por lo tanto, se tiene fugas. En cada *body maker* se planifica sellar con silicón rojo Sica Flex A-1 con tiempo de secado de 45 minutos.

En la siguiente tabla se presenta un registro de ciclómetros sobre el tiempo que se empleó para el mantenimiento preventivo de cada una de las nueve máquinas. Es importante resaltar que dicho mantenimiento no se realiza de manera simultánea, sino por fases para evitar que se detenga la producción. Los colores indican el tiempo adecuado que le corresponde al mantenimiento de cada máquina. El rojo, por ejemplo, indica que el mantenimiento es imprescindible; el amarillo, que la fecha es cercana y el verde, que aún se dispone de tiempo para el siguiente.

Tabla XVI. Corrección de fugas de soluble, semestral 100 millones

					
Guatemala	BM 40	01/12/2014	03/12/2014	05/12/2014	07/12/2014
Semestral 100 millones		104406	151	886	1642
	BM 41	01/12/2014	03/12/2014	05/12/2014	07/12/2014
Semestral 100 millones		99013	99720	100425	101191
	BM 42	02/01/2015	04/01/2015	06/01/2015	08/01/2015
Semestral 100 millones		98599	99767	100521	101257
	BM 43	15/12/2014	17/12/2014	19/12/2014	21/12/2014
Semestral 100 millones		100101	101305	102053	102801
	BM 44	08/05/2015	10/05/2015	12/05/2015	14/05/2015
Semestral 100 millones		98608	99846	101084	102322
	BM 45	17/02/2015	19/02/2015	21/02/2015	23/02/2015
Semestral 100 millones		97840	99021	100202	101383
	BM 46	15/02/2015	17/02/2015	19/02/2015	21/02/2015
Semestral 100 millones		98428	99636	100844	102052
	BM 47	30/01/2015	01/02/2015	03/02/2015	05/02/2015
Semestral 100 millones		98000	99235	100470	101705
	BM 48	09/03/2015	11/03/2015	13/03/2015	15/03/2015
Semestral 100 millones		98690	99904	101118	102332

Fuente: elaboración propia.

3.1.1.5. Resultado de fugas de soluble

Se reporta una disminución de las fugas de soluble de 25 a 12 litros diarios, lo que hace una disminución del 50 % de las fugas de soluble una de las causas por el cual no se corrige en un 100 % es por la alta vibración que genera cada *body maker* en el formado de botes, por lo cual el sello que se realiza con silicón tiende a dañarse.

En la siguiente imagen se visualiza un empaque de yugo que no presenta fuga, como resultado de la corrección realizada. Es importante resaltar que este cambio se debe realizar cada seis meses.

Figura 48. **Empaque silicón en *Body Maker***



Fuente: elaboración propia.

En la siguiente figura se representa el dosificador en condiciones óptimas para su uso, en este caso, se procedió a comprar los repuestos y agregarle un programa de mantenimiento preventivo, para evitar fugas de soluble.

Figura 49. **Reparación de dosificador de antiespumante**



Fuente: elaboración propia.

Dentro del proceso del formado del bote de aluminio se genera una turbulencia, la cual tiende a formar espuma (efervescencia) esta se empieza a fugar por todos los orificios. Para evitar el efecto de generación espuma se dispone de un dosificador, del cual se agrega una cantidad para evitar la causante, sin embargo, no se le realiza mantenimiento y como resultado tiene fallas con mucha frecuencia.

Tabla XVII. Presupuesto para diagnóstico de las fugas de soluble

	Concepto	Cantidad costo unitario		Costo total
1	Recolectora de soluble dañadas	9 bandejas	Q. 200	Q. 1 800
2	Empaque yugo dañado	9 empaques	Q. 50	Q. 450
3	Antiespumante	6 litro	1 litro 125	Q. 625
4	Reparación dosificador antiespumante	1 dosificador	Q.1 300	Q. 1 300
5	Soldador reparacion bandejas recolectoras soluble	1 persona		Q. 2000
		Total		Q. 6 175

Fuente: elaboración propia.

4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN PARA EL PERSONAL DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

4.1. Diagnóstico de las necesidades de capacitación

Actualmente, la capacitación tiene un papel muy importante en las organizaciones, ya que tienden a mantener al empleado a la vanguardia y también de ella depende la evolución que tenga la organización.

La capacitación empresarial es un proceso continuo y permanente de enseñanza y actualización de los trabajadores, mediante la transmisión de conocimientos, que contribuyan al ejercicio de un cargo o puesto de una organización o institución determinada. Es la herramienta de actualización y mejoramiento de los conocimientos, habilidades y aptitudes de los empleados en el cumplimiento de las tareas y funciones que tienen asignadas.

La importancia de un plan de capacitación surge de la necesidad de que los equipos de trabajo puedan mejorar sus conocimientos, habilidades y capacidades por eso se diseña un plan de capacitación para los equipos de trabajo el cual se tiene que estar realizando cada año con el objetivo de mejorar los conocimientos, capacidades y habilidades para obtener las mejoras en la línea de producción.

Para determinar las necesidades de capacitación se procedió a elaborar un diagrama de Ishikawa, a continuación, se detalla minuciosamente cada indicador, con los siguientes hallazgos:

) Metodología

- No se tienen definidos los niveles jerárquicos
- Falta de método análisis de problemas

) Ambiente

- Áreas con demasiados derrames de aceites
- Falta de limpieza y orden en las áreas de trabajo

) Máquina

- No se tienen las herramientas adecuadas

) Materiales

- Repuesto de mala calidad

) Maniobra

- No se hay orden para trabajar
- No todos tienen la misma habilidad

) Medición

- No se lleva un registro de los problemas
- No se tiene la magnitud de cada problema

Figura 50. Diagrama Ishikawa fase de capacitación



Fuente: elaboración propia.

Para realizar mejoras en la línea de producción se tiene que estar midiendo constantemente el conocimiento de cada uno de los integrantes de los equipos de trabajo, por lo tanto, se crea una matriz en el cual se miden los conocimientos y se les da un seguimiento. Se tienen tres niveles A (avanzado), I (intermedio), B (básico). El objetivo es llevar a todos los integrantes a un nivel avanzado, pero es un proceso en el cual se tiene que estar realizando la capacitación de manera periódica.

4.2. Plan de capacitación

El desarrollo de habilidades está dirigido a la adquisición en aquellas destrezas y conocimientos directamente relacionados con el desempeño del cargo actual o de posibles ocupaciones futuras. Se trata de un entrenamiento a menudo orientado de manera directa a las tareas y operaciones que van a ejecutarse.

Muchos programas que se inician solamente para capacitar concluyen ayudando al desarrollo y aumentando potencial a la capacidad como empleado directo. La capacitación a todos los niveles constituye una de las mejores inversiones del recurso humano y una de las principales fuentes de bienestar para el personal de toda la organización.

Los procesos de capacitación se consideran como aquellos mecanismos de proceso formativo que permiten reforzar las habilidades y destrezas de las personas a quienes va dirigido. Es importante saber que la capacitación debe ser continua, porque esto incrementa las buenas prácticas en el área de trabajo y se obtiene un mejor desempeño en el desarrollo de las actividades.

En la siguiente tabla se describe el plan de capacitación propuesto para la empresa objeto de estudio, se identifica el objetivo, metodología, responsabilidad y el tiempo que conlleva cada proceso.

Tabla XVIII. Plan de capacitación equipos de trabajo ECA

Capacitación	Objetivo	Metodología	Responsabilidad	Tiempo
Capacitación de roles y reglas de equipos de trabajo	Eficiente las reuniones	Magistral	Gerente producción /Jorge Chitón	1 semana
Capacitación filosofía empresarial (misión, Visión y Valores)	Enfoque con la empresa	Magistral	Recursos Humanos /Jorge Chitón	1 semana
Capacitación de reuniones efectivas	Efectividad reuniones	Magistral	Gerente producción /Jorge Chitón	2 semanas
Capacitación de importancia del realizar mantenimiento y condiciones de las máquinas	Mantener en óptimas condiciones equipos	Magistral y línea producción	Gerente de producción/Equipos de trabajo/Jorge chitón	1 semana
Capacitación 5´s	Mantener condiciones laborales adecuadas	Magistral, oral	Jefe <i>Front End</i> /Coordinador <i>Tool Room</i> /Jorge Chitón	1 semana

Continuación de la tabla XVIII.

Capacitación de conceptos básicos de detección causa-efecto (<i>Ishikawa</i>) 5 Porqués.	Análisis y detección de causa de los problemas	Magistral	Gerente producción /Jorge Chitón	1 mes
Capacitación control de la bitácora reuniones	Envío de reporte de producción	Magistral y práctica	Jorge Chitón	1 semana
Capacitación en PDCA equipos de trabajo de alto rendimiento (planificación de reunión, ejecución actividades, verificación mediante operación óptima y actuar en mejorar)	Alcanzar las metas trazadas	Magistral y práctica	Gerente producción/ Jorge	1 semana
Sistema de Análisis y Solución de Problemas	Solucionar problemas y establecer controles	Práctica y magistral	Jefe <i>Front End</i> , jefe <i>Back End</i> / Jefe de Área Química/Gerente de producción/Jorge Chitón	3 semanas

Fuente: elaboración propia.

4.2.1. Capacitación de roles y reglas para los equipos de trabajo

Se definieron que reglas y roles que desempeña cada uno de los integrantes en las reuniones. Asimismo, la importancia de llevar a las reuniones información de las condiciones de máquinas, mantenimientos, disponibilidad, eficiencia, problemas reportados en turnos anteriores, seguimiento de problemas en el turno anterior para realizar una planificación. De acuerdo con las condiciones actuales se realizó la capacitación con los tres equipos de trabajo.

A continuación, se presenta la lista del personal encargado directamente del área de producción, es decir de los encargados de identificar las distintas situaciones problemáticas en las reuniones de equipos de trabajo.

-) Electrónico responsable de fallas eléctricas y electrónicas (Telec).
-) Técnico de *Front End* responsable del formado de copas (TFE), estirado del bote y corte bote aluminio.
-) Químico de turno responsable del lavado del bote de aluminio (QT).
-) Mecánico de transportes responsables de los transportes del bote aluminio (MT).
-) Mecánico de apoyo responsable del área de impresión del bote de aluminio (MA).
-) Técnico de *Back End* responsable del curado de barniz interior, formación del cuello lata embalaje del producto terminado (TBE).
-) 29,29 (integrante de la 29 compañía de los bomberos voluntarios, encargado de verificar seguridad en cada acción por realizar).

Para desarrollar los planes individuales, se tomó en cuenta a este personal, ya que luego ellos serán los responsables de dirigir los equipos de trabajo.

4.2.2. Reglas

Enfoque primordial en la seguridad de la gente, controlar el estrés, puntualidad, responsabilidad, seriedad. Lo que hoy se realiza bien, hacerlo cada día mejor, participación proactiva de los integrantes, enfoque hacia los problemas, priorizar las situaciones que impiden llegar a las metas trazadas, no hacer críticas destructivas sobre los compañeros, comunicación en doble vía analizar con hechos y evitar los supuestos, respeto a cada compañero y hacia cada una de sus ideas, búsqueda siempre de la profesionalización de la gente, disciplina, no uso de celulares, cerrar ciclo, respetar agenda, evitar distractores.

4.2.3. Roles

Actuar en un ciclo PDCA (planificar, realizar, verificar y actuar), plantear acciones dirigidas a la solución de problemática, plantear plan de acción para corregir de raíz el problema, participación de todos los integrantes del equipo aportando ideas, brindar datos, sobre la eficiencia de cada máquina, brindar información, sobre la merma de cada máquina, explicación de los puntos por dar seguimiento, muestras de los eventos sucedidos en los turnos, brindar la información clara y entendible para el equipo.

4.2.4. Capacitación filosófica (misión, visión y valores)

Importancia de que los equipos de trabajo estén enfocados con la misión, visión y valores de la empresa, con ello se busca que se puedan alcanzar las metas en un tiempo más corto, por eso se capacitó a los equipos de trabajo para que tengan la misma dirección y, por medio de los objetivos trazados por cada equipo de trabajo, se llegue a la meta trazada.

4.2.5. Capacitación reuniones efectivas

Se realiza capacitación en reuniones efectivas en las cuales se brindan a los equipos de trabajo, puntos para efectividad de una reunión, la importancia de ser puntuales, críticas constructivas, asignación de un tiempo para cada tema por tratar y el responsable, establecimiento del propósito de la reunión, involucramiento de cada integrante. Se quiere concientizar a los integrantes de los problemas a usar diagramas gráficos con la información. La reunión se finaliza con un resumen.

4.2.6. Capacitación de importancia de realizar mantenimiento y condiciones de las máquinas

Se realiza capacitación acerca de la importancia de realizar el mantenimiento en tiempo y forma a cada una de las máquinas, esto ayuda a evitar problemas en las máquinas (desgaste prematuro, disponibilidad, disminución de probabilidades de falla, mayor producción, menos estrés).

4.2.7. Capacitación 5's en área de *Fron End*

Esta capacitación se realiza para detectar la necesidad de mejorar el área de *Front End* por lo cual se brinda capacitación de 5's para mejorar las condiciones del área.

4.2.8. Capacitación de conceptos básicos de detección causa-efecto (Ishikawa) 5 porqués

Por medio de la detección de problemas y la necesidad de una herramienta para el análisis se les brinda capacitación de diagrama causa efecto para encontrar la causa raíz del problema, así como 5 Porqués.

4.2.9. Capacitación control de la bitácora reuniones

Con la creación de una bitácora de seguimiento se realiza la capacitación para que cualquier integrante del equipo de trabajo pueda llevar el control en una reunión y así llevar a todos los integrantes al mismo nivel de expertos.

4.2.10. Capacitación en PDCA equipos de trabajo

Se capacita a los equipos de trabajo en realizar una buena planificación y mediante la ejecución de la misma se verían reflejados los resultados y por lo tanto se regresa al ciclo de mejorar o corregir las desviaciones los integrantes del equipo de trabajo no solo conocen si no que ejecutan el círculo de mejora continua.

4.2.11. Sistema de análisis y solución de problemas


Se realiza la capacitación del sistema de análisis y solución de problemas con el cual cada uno de los integrantes de los equipos de trabajo conoce el rol que juega en cada problema, así como cuáles son los problemas que están dentro de su orden jerárquico para solucionar.

4.3. Resultados de capacitaciones

Se evaluar los resultados de las capacitaciones con cada integrante de los equipos de trabajo llegando a tener el nivel de efectividad en planificación y ejecución de actividades. El equipo A tiene un promedio del nivel avanzado, el equipo B tiene un nivel intermedio y el equipo C, un nivel intermedio. Se plantea, unas capacitaciones anuales para cada equipo de trabajo así llegan los tres equipos a un nivel avanzado en los temas requeridos para mejorar la línea de producción en base a una planificación, ejecución, revisión y actuar de la planeación estratégica por cada equipo de trabajo.

En la siguiente tabla se describe el resultado de capacitación del equipo de trabajo A, se presentan los temas impartidos y los resultados individuales de cada uno de los integrantes. El resultado se presentó según varios indicadores: donde A, significa avanzado; B básico; I, Intermedio.

Tabla XIX. Resultado capacitación equipo de trabajo A

 Plan de capacitación	NIVEL DE CONOCIMIENTOS			EQUIPO DE TRABAJO A							
	A	AVANZADO		LEDER EQUIPO	RCP	ELECTROMECANICO	TECNICO DE FRONTEND	QUIPO DE TURNO	TECNICO DE BACKEND	MECANICO DE APOYO	MECANICO DE TRANSPORTES
	I	INTERMEDIO	B	BASICO							
Capacitación de roles y reglas de equipos de trabajo	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Capacitación filosofía empresarial (misión, Visión y Valores)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Capacitación de reuniones efectivas	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Capacitación de conceptos y la importancia del realizar mantenimiento a las maquinas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Capacitación conceptos 5S's	B	B	B	A	B	B	B	B	B	B	B
Capacitación de conceptos básicos de detección causa-efecto (Ishikawa) 5 Porque's	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Capacitación de la importancia de las condiciones óptimas de operación de las maquinas	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Capacitación control de la bitácora reuniones.	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Capacitación en PDCA equipos de trabajo de alto rendimiento (planificación de reunión, ejecución actividades, verificación mediante operación óptima y actuar en mejorar)	A	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I. Sistema de medición y selección de productos.	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

Fuente: elaboración propia.

En la tabla siguiente se detallan los resultados de capacitación del equipo de trabajo B, se describen los temas impartidos y los resultados individuales de cada uno de los integrantes, el resultado se presentó según varios indicadores: donde A, significa avanzado; B básico; I, intermedio.

Tabla XX. Resultado capacitación equipo de trabajo B

 Plan de capacitación	NIVEL DE CONOCIMIENTOS			EQUIPO DE TRABAJO B							
	A	AVANZADO		LIDER EQUIPO	PCP	ELECTRONICO	TECNICO DE FRONT END	QUIMO DE TURNO	TECNICO DE BACK END	MECANICO DE APOYO	MECANICO DE TRANSPORTE S
	I	INTERMEDIO									
Capacitación de roles y reglas de equipos de trabajo	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Capacitación filosofía empresarial (misión, Visión y Valores)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Capacitación de reuniones efectivas	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Capacitación de conceptos y la importancia del realizar mantenimiento a las máquinas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Capacitación conceptos 5S's	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Capacitación de conceptos básicos de detección caus-efecto (Ishikawa,) 5 Porque's.	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Capacitación de la importancia de las condiciones óptimas de operación de las máquinas	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Capacitación control de la bláscora reuniones	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Capacitación en PDCA equipos de trabajo de alto rendimiento (planificación de reunión, ejecución actividades, verificación mediante operación óptima y actuar en mejorar)	A	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
! sistema de análisis y solución de problemas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

Fuente: elaboración propia.

En la tabla siguiente se detallan los resultados de capacitación del equipo de trabajo C, se describen los temas impartidos y los resultados individuales de cada uno de los integrantes, el resultado se presentó según varios indicadores: donde A, avanzado, B básico I, Intermedio.

Tabla XXI. Resultado capacitación equipo de trabajo C

 NIVEL DE CONOCIMIENTOS A AVANZADO I INTERMEDIO B BASICO	EQUIPO DE TRABAJO C							
	LIDER EQUIPO	ROF	ELECTRONICO	TECNICO DE FRONTEND	QUIRMO DE TURNO	TECNICO DE BACKEND	MECANICO DE APOYO	MECANICO DE TRANSPORTES
Capacitación de roles y reglas de equipos de trabajo	I	I	A	I	A	B	I	E
Capacitación filosofía empresarial (misión, Visión y Valores)	A	A	A	A	A	A	A	A
Capacitación de reuniones efectivas	A	A	A	A	A	A	A	A
Capacitación de conceptos y la importancia del realizar mantenimiento a las maquinas	I	I	I	I	I	I	I	I
Capacitación conceptos 5S a	E	B	B	B	B	B	B	E
Capacitación de conceptos básicos de detección causa-efecto (Ishikawa,) 5 Porqué's:	I	I	I	I	I	I	I	I
Capacitación de la importancia de las condiciones óptimas de operación de las maquinas	A	A	A	A	A	A	A	A
Capacitación control de la bitácora reuniones	A	B	B	B	B	B	B	E
Capacitación en PECA equipos de trabajo de alto rendimiento (planificación de reunión, ejecución actividades, verificación mediante operación óptima y actuar en mejorar)	A	I	I	I	I	I	I	I
1 Sistema de análisis y solución de problemas	I	I	I	I	I	I	I	I

Fuente: elaboración propia.

4.4. Costos de la capacitación

A continuación, se presenta una tabla que incluye los costos de la implementación de la propuesta para la mejora de la línea de producción. Se describe el concepto, la cantidad y costo unitario y, finalmente, se presenta el total del presupuesto.

Tabla XXII. **Costos de la capacitación**

Costos			
Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Tiempo que se pagó como capacitación (para 3 equipos)	3	Q 6 000,00	Q 6 000,00
Documentación para tres equipos	50	Q 450,00	Q 450,00
Lapiceros	100	Q 1,00	Q 100,00
Refrigerios	100	Q 20,00	Q 2 000,00
TOTAL			Q 8 550,00

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Para mejorar la línea de producción es imprescindible disminuir los paros continuos por medio de la implementación de herramientas de calidad y estandarización de procesos de producción.
2. Las herramientas de diagnóstico como el FODA o el diagrama de Ishikawa son instrumentos fundamentales para determinar las áreas que necesitan mejoras.
3. Para que las máquinas operen de forma adecuada, el operador debe guiarse en lecciones que faciliten información clara de cómo operar las maquinas en procesos críticos.
4. Se logra mejorar la eficiencia por medio del control de las variables críticas de cada una de las máquinas ayudando anticipar a una condición que pueda causar un defecto en los botes de aluminio y aumentar la merma.
5. Controlando las condiciones óptimas de operación, se logra poner controles que ayudan a corregir desviaciones fuera del parámetro establecido y para disponer de una mayor continuidad en los equipos evitando que se den fallas que ocasionen producto defectuoso.
6. Se realizó formación de equipos de trabajo y por medio de la planificación diaria en las reuniones se logró crear un plan de

mantenimiento diario y seguimiento de corrección de fugas de soluble e implementar controles que ayuden a mantener los derrames de soluble.

7. Un plan de capacitación anual es esencial para que los operarios tengan los conocimientos correctos de operación de las máquinas para evitar fallas por falta de conocimientos para operar, ayuda a mejorar las habilidades por medio del conocimiento continuo.

RECOMENDACIONES

1. Crear la cultura de que transmitir los conocimientos no es una amenaza que perjudique el puesto de trabajo. Es importante transmitir los conocimientos para mejorar el desempeño de las máquinas y tener el mismo nivel de conocimientos y habilidades.
2. Controlar las variables críticas, las que, al momento de tener una variación, pueden afectar el proceso de la máquina para no llenar de variables, que no es necesario controlar.
3. Para saber qué tanto se mejora un proceso, es necesario realizar una medición de un antes y un después para comparar y ver qué tantos resultados dieron la mejora; conviene tomar en cuenta que hay resultados que no son a corto plazo.
4. Anticipar sobre las condiciones que puedan afectar la condición de funcionamiento de cada máquina para ayudar a mantener la máxima disponibilidad y evitar fallas que puedan generar defectos en la producción de botes de aluminio.
5. Mejorar los procesos de producción, no solo es detectar la causa raíz del problema si no que se tiene que poner los controles adecuados para que no vuelva a suceder, aunque no se garantiza qué sucederá si volviera a pasar, hay que tener los controles para que el impacto sea el menor y se corrija de manera más rápida.

6. La planificación de las actividades diarias ayudará a lograr que se corrijan las fugas de soluble y evitar contaminación en el ambiente, así como mejorar las condiciones de seguridad de los trabajadores.
7. Realizar una capacitación periódica es de vital importancia, ya que surgen nuevas necesidades de capacitación y se puede ir mejorando los conocimientos mediante las detecciones de las necesidades.
8. Realizar un análisis del indicador merma, ya que este aumentó debido a un cambio de proveedor, pero se recupera con el reciclaje que se realiza. Se debe analizar a profundidad si este indicador con el cambio de proveedor frente a la cantidad que se recicla está siendo favorable.

BIBLIOGRAFÍA

1. CUATRECASAS, Luis. *TPM. Hacia la Competitividad a través de la eficiencia de Producción*. 3a ed. Barcelona, España: Gestión, 2008. 276 p.
2. DEMING, Edwards. *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*, Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, 1989. 114 p.
3. ECO, Umberto. *Cómo se hace una tesis*. Chile: Gedisa, 2009. 240 p.
4. FREIVALDS, Niebel. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: McGraw-Hill, 2007. 871 p.
5. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 449 p.
6. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. 3ra ed. México: McGraw-Hill, 2005. 369 p.
7. HERNÁNDEZ ROBERTO. *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill, 2006. 569 p.
8. LOURDES, Münch. *Gestión empresarial y gerencial*. México: McGraw-Hill, 2005. 124 p.

9. NAVARRETE, Ángela. *Modelo de aplicación de herramientas de manufactura esbelta desde el desarrollo y mejoramiento de la calidad en el sistema de producción de americana de colchones*. Pontificia. Bogotá, Colombia: Universidad Javeriana, 2004. 101 p.
10. PAREDES, Francisco. *Producción esbelta: gestión del flujo de valor*. España: Lean, 2005. 92 p.
11. PORTER, Michael. *Estrategia competitiva: técnicas para el análisis de la empresa y sus competidores*. España: Pirámide, 2012. 456 p.
12. SCHROEDER Roger G. *Administración de operaciones*. España: McGraw-Hill, 2008. 198 p.
13. TARÍ GUILLÓ, Juan José. *Calidad total: fuente de ventaja competitiva*. España: Universidad de Alicante. 276 p.
14. ZAPATA, Óscar. *Herramientas para elaborar tesis e investigaciones*. México: Pax. 2005, 280 p.