



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA
REDUCIR EL DESPERDICIO EN LA FABRICACIÓN DE ENVASES AEROSOLES DE LA
EMPRESA GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.**

Antony Josue Pérez Matul

Asesorado por el Ing. Walter Emilio Ramírez Córdova

Guatemala, junio de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA
REDUCIR EL DESPERDICIO EN LA FABRICACIÓN DE ENVASES AEROSOLES DE LA
EMPRESA GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ANTONY JOSUE PÉREZ MATUL

ASESORADO POR EL ING. WALTER EMILIO RAMÍREZ CÓRDOVA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2017

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. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
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
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpata Reyes
EXAMINADORA	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
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:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA REDUCIR EL DESPERDICIO EN LA FABRICACIÓN DE ENVASES AEROSOLÉS DE LA EMPRESA GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrados, con fecha 20 de mayo de 2017.

Antony Josue Pérez Matul



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / 2418-8000 Ext. 86226



AGS-MGIPP-015-2017

Guatemala, 20 de mayo de 2017.

Director
Francisco Gómez Rivera
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

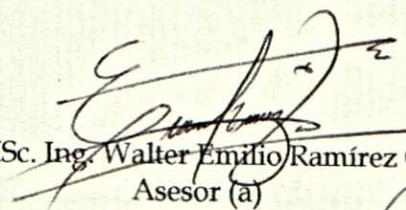
Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Antony Josue Pérez Matul** carné número **201020464**, quien optó la modalidad del **"PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO"**. Previo a culminar sus estudios en la **Maestría de Gestión Industrial**.

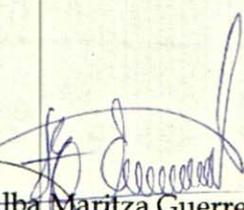
Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

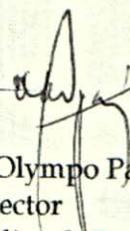
"Id y Enseñad a Todos"


MSc. Ing. Walter Emilio Ramírez Córdova
Asesor (a)

Ing. Walter E. Ramírez C.
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO 10,049


Dra. Alba Maritza Guerrero Spinola
Coordinadora de Área
Gestión de Servicios

ALBA MARITZA GUERRERO SPINOLA
INGENIERA INDUSTRIAL
COLEGIADA No. 4611


MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo
/la

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.080.017

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 en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA REDUCIR EL DESPERDICIO EN LA FABRICACIÓN DE ENVASES AEROSOL DE LA EMPRESA GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Antony Josue Pérez Matul**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2017.

/mjp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

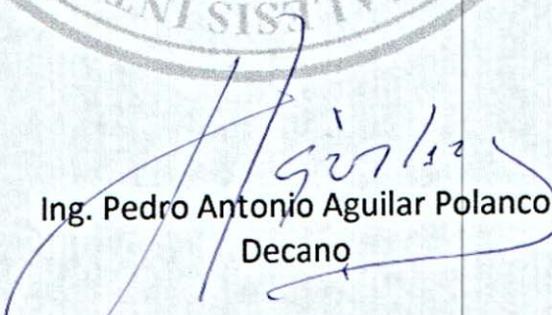


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 265.2017

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: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: METODOLOGÍA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA REDUCIR EL DESPERDICIO EN LA FABRICACIÓN DE ENVASES AEROSOL DE LA EMPRESA GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S. A.,** presentado por el estudiante universitario: **Antony Josué Pérez Matul,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, junio de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por la oportunidad de la vida, ser mi guía, mi fortaleza y sostenerme en todo momento, a Él le doy toda la gloria y la honra.
- Mi padre** Sergio Pérez, por su amor y ejemplo de integridad, por su apoyo sin excepción alguna.
- Mi madre** Paola Matul, por su inmenso amor, su guía, apoyo y por estar en todo momento.
- Mis hermanos** Kevin y Dany, por estar conmigo en todo momento, por su apoyo, sus consejos, su compañía.
- Mi Novia** Miriam Mendoza, por motivarme y apoyarme en cada momento durante el trayecto académico y por su gran amor.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por albergarme en tan prestigiosa casa de estudios.

Facultad de Ingeniería

Por ser parte importante durante mi formación académica.

**Grupo Zapata
Guatemala, S. A.**

Por la oportunidad de desarrollarme laboralmente.

Familiares

Por formar parte de mi vida, y estar en todo momento.

Mis amigos

A todos aquellos que han estado en momentos de felicidad y dificultad, que me han apoyado en el desarrollo personal y académico.

Ing. Fredy Calel

Por su apoyo y enseñanza en el área profesional.

Ing. Walter Ramirez

Por su apoyo asesoría profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
3.1. Descripción del problema	7
3.2. Formulación del problema	8
3.3. Viabilidad de la investigación.....	9
3.4. Delimitación del problema	9
3.5. Consecuencias de la investigación.....	9
4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	11
5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	13
5.1. Objetivo general	13
5.2. Objetivos específicos.....	13
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	15
7. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	17
7.1. Descripción de la empresa	17

7.1.1.	Historia	17
7.1.2.	Ubicación.....	18
7.1.3.	Estructura organizacional	19
7.1.4.	Plan estratégico.....	20
	7.1.4.1. Misión.....	20
	7.1.4.2. Visión.....	21
7.1.5.	Valores	21
7.1.6.	Política de calidad	23
7.1.7.	Departamento de producción	23
7.2.	Envases aerosoles	25
7.2.1.	Partes de un envase aerosol.....	26
7.2.2.	Tipos de envase aerosol	27
7.2.3.	Uso y aplicaciones de un envase aerosol	30
7.2.4.	Dimensiones y medidas para los envases aerosoles	31
7.2.5.	Tamaños y capacidades de los envases aerosoles	31
7.2.6.	Características y propiedades de los componentes para fabricación de envases aerosoles	32
	7.2.6.1. Hojalata	33
	7.2.6.2. Cúpulas y fondos.....	38
7.2.7.	Descripción del proceso de ensamble de los envases aerosoles.....	40
7.3.	Producción más limpia	47
7.3.1.	Metodología de producción más limpia	48
7.3.2.	Contaminación	50
7.3.3.	Prevención de la contaminación.....	51

8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	53
9.	METODOLOGÍA.....	57
9.1.	Enfoque	57
9.2.	Diseño del estudio	57
9.3.	Tipo de estudio	58
9.4.	Alcance.....	58
9.5.	Fases.....	58
9.5.1.	Fase 1	58
9.5.2.	Fase 2.....	59
9.5.3.	Fase 3.....	59
9.5.4.	Fase 4.....	60
9.5.5.	Población y muestra	60
9.5.6.	Resultados esperados	60
10.	VARIABLES E INDICADORES	61
10.1.	Tipos de Variables.....	61
11.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	63
11.1.	Estadística descriptiva	63
11.2.	Diagramas estadísticos	64
12.	CRONOGRAMA.....	65
13.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	67
14.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
15.	APÉNDICES.....	73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la empresa.....	19
2.	Organigrama	20
3.	Estructura organizacional del departamento de Producción	24
4.	Partes de un envase aerosol.....	27
5.	Dimensiones de los envases acuellado y recto.....	28
6.	Esquema de dimensiones y medidas de las cúpulas para aerosoles ..	39
7.	Esquema general de soldadura WIMA.....	42
8.	Partes del doble cierre	46

TABLAS

I.	Dimensiones de los envases aerosoles	32
II.	Escala de durezas para hojalatas	35
III.	Relación de cúpulas y fondos de acuerdo al diámetro del cilindro	40
IV.	Muestra y población	62
V.	Factibilidad del estudio.....	68

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje.
Ø	Diámetro.
Oz fl	Abreviatura para onzas fluidas.
°C	Indica una medición de temperatura en grados centígrados.
L	Para denominar hojalata con bajo contenido de fósforo.
MR	Para denominar hojalata con medio contenido de fósforo.
MC	Para denominar hojalata con alto contenido de fósforo.
T	Utilizado para describir el temple o dureza de la hojalata.
P+L	Significa producción más limpia.

GLOSARIO

Aerosol	Una suspensión coloidal de partículas líquidas o sólidas en un gas.
Corrosión	Proceso físico-químico producido por una reacción química de sus componentes, atacando la pared del envase y /o la válvula y produciendo o pudiendo producir la perforación de ambos.
Doble cierre	Resultado de unir el extremo del cuerpo de un envase con su fondo o tapa
Durómetro	Aparato que mide la dureza de los materiales .
Envase aerosol	Conjunto formado por un recipiente no reutilizable de metal, vidrio o plástico y esté provisto de un dispositivo de descarga que permita la salida del contenido.
Hojalata	Lámina delgada y lisa de hierro o acero cubierta de una capa fina de estaño por ambas caras.
Propelente	Fluido capaz de ejercer presión al estar contenido en un recipiente cerrado a temperatura ambiente.

Soldadura WIMA

Soldadura para hojalata que utiliza alambre de cobre y dos roldanas para producir la fusión del metal.

1. INTRODUCCIÓN

La empresa Grupo Zapata de Guatemala se dedica a la elaboración de envases de tres tipos: aerosoles, productos alimenticios y pintureros. Éstos se fabrican a partir de la materia prima conocida como hojalata, en esta investigación se analizará únicamente el proceso de envases aerosoles.

El trabajo de investigación consiste en una sistematización de control de factores que servirá para la determinación del porcentaje de desperdicio en la línea de aerosoles durante el proceso de fabricación de envases en la empresa Grupo Zapata Guatemala, a diario se generan envases defectuosos, sin embargo, no se sabe en qué parte específica del proceso se generan y en qué cantidades, por tal razón, la investigación está enfocada en controlar las causas que generan envases los defectuosos mediante la utilización de la metodología de producción más limpia.

La importancia de la investigación radica en que las causas que generan los envases defectuosos en el proceso productivo no se tienen controladas; por lo cual se propone investigar y desarrollar mejoras basándose en la metodología de producción más limpia. Esta metodología propone analizar los procesos, recursos humanos, condiciones de trabajo, materias primas y maquinaria utilizada, con el fin de eliminar o mejorar las actividades que comprometen la calidad de los productos terminados, y de esta manera disminuir los desechos que se generan en el proceso.

Al establecer una metodología que permita un mejor aprovechamiento de los recursos y la reducción de envases defectuosos la empresa Grupo Zapata

Guatemala, será beneficiada podrá disminuir sus costos de fabricación ayudando con esto a la competitividad de la empresa, el personal operativo podrá mejorar sus labores para cumplir con los objetivos de la empresa y el cliente final estará satisfecho de recibir productos de alta calidad. También se beneficiará la sociedad, porque se reducirán los desperdicios, reduciendo con ello la contaminación ambiental.

El proyecto es factible por contar con el apoyo de la empresa para la recolección y uso de todos los datos pertinentes para la investigación.

El proyecto se dividirá en cuatro capítulos, en los cuales se realizará la investigación, análisis y propuesta.

En el capítulo I, se realizará la investigación documental y el marco teórico, así conocer sobre los temas que tienen relación en la presente investigación. Se realizará una breve descripción de la empresa, la forma como opera y un diagnóstico de como maneja actualmente el tema del desperdicio y la generación de envases defectuosos, también se presentará la base y los fundamentos teóricos acerca de la industria metálica del envase, se estudiarán los conceptos de desperdicio y la metodología de producción más limpia.

En el capítulo II, se realizaran el desarrollo de la investigación y se utilizaran algunas herramientas estadísticas, se recolectarán datos de los factores que influyen en la producción de envases defectuosos, para posteriormente presentar una propuesta de solución.

En el capítulo III, se realizará un análisis de los datos obtenidos, así como la discusión y presentación de los mismos, para posteriormente realizar el análisis e interpretación de los datos obtenidos y así proponer la utilización de la

metodología de producción más limpia, así solucionar o ayudar a reducir la generación de envases defectuosos en el proceso de producción de envases aerosoles.

2. ANTECEDENTES

Alvarado, E. (2011), afirma en su tesis de maestría en Ingeniería Industrial. Instituto politécnico nacional. México DF. Analiza los tipos de desperdicios existentes y hace referencia a una serie de técnicas y herramientas que pueden utilizarse para la reducción de desperdicios en procesos operativos este tema ayuda a la investigación, porque los tipos de desperdicios son una base fundamental en la presente investigación. Tesis de maestría en Ingeniería Industrial.

Criollo, B. (2010), explica en su tesis de maestría en Gestión Ambiental para industrias de producción y servicios. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas. España. Diseña e implementa de un plan de producción más limpia en la Empresa Press Forja, S.A. por tal motivo es de suma importancia para la presente para presentar a detalle cada uno de los pasos que deben de seguirse así implementar y desarrollar la metodología de producción más limpia en una industria productora.

Tobar, E. (2014), explica en su tesis de postgrado. Universidad Rafael Landívar. Guatemala. Universidad Rafael Landívar. Guatemala. Analiza la producción más limpia como estrategia de estado para coadyuvar a promover la sostenibilidad ambiental en Guatemala, en el marco de la responsabilidad social empresarial.

Melgar, R. (2010), indica en su tesis de Maestría de Administración Financiera realiza una comparativa entre un proceso de actualización tecnológica y la compra de maquinaria empacadora en la que determina los

costos de actualizar o compra maquinaria nueva, es importante para la presente investigación donde demuestra cómo se pueden analizar los costos generados por el desperfecto de la maquinaria, lo cual puede aplicarse para tomar decisiones de mejora en la presente investigación.

Pérez, C. (2014), indica en su tesis titulada: “Análisis y propuesta de mejora del proceso de manufactura de producción de línea blanca utilizando la metodología Kaizen”. Tesis de maestría en Ingeniería Industrial en sistemas de manufactura. Universidad Iberoamericana. México D.F. Utiliza la metodología Kaizen para mejorar el proceso de manufactura de productos de línea blanca, en su investigación define los pasos de como analizar los procesos y así posteriormente presentar mejoras, en este caso, propone la metodología Kaizen y se presenta como antecedente a esta investigación porque dicha metodología es una herramienta muy útil al momento de intentar reducir desperdicios en las líneas de producción.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante el proceso de fabricación de envases aerosoles en la empresa Grupo Zapata Guatemala, a diario se generan envases defectuosos, sin embargo, no se sabe en qué parte específica del proceso se generan y en qué cantidades.

3.1. Descripción del problema

La empresa Grupo Zapata de Guatemala, se dedica a la elaboración de envases de tres tipos: para aerosol, para productos alimenticios y para pintura. Éstos se fabrican a partir de la materia prima denominada hojalata; la cual es importada desde México en hojas de medidas establecidas, según sean los requerimientos del envase a fabricar. Actualmente hay una gran cantidad de envases defectuosos se generan en la planta y no se alcanza el objetivo de calidad establecido por la gerencia de la empresa: no exceder del 1.20 % de envases defectuosos por producción realizada.

El factor humano, la materia prima, los métodos de trabajo y la maquinaria son factores que influyen en la producción de envases de mala calidad, pero no se tienen datos que permitan verificar estas situaciones para establecer una metodología que ayude a disminuir los envases con defectos.

En la línea de aerosoles, diariamente se puede observar que una gran cantidad de envases defectuosos se generan y son depositados en recipientes identificados para este uso, estos recipientes se llenan varias veces en un día y son depositados en un espacio fuera de la planta, este espacio es

específicamente para el depósito de desechos y desperdicios. Es importante mencionar que los operarios son los encargados de verificar si el envase se acepta o no durante el proceso y esta situación provoca que en ocasiones envases buenos sean considerados como defectuosos, los operadores no tienen claras especificaciones para aceptar o rechazar los envases.

3.2. Formulación del problema

- Pregunta central

¿Cómo aplicar la metodología de producción más limpia para controlar las causas que generan envases defectuosos en el proceso de fabricación de envases aerosoles en la empresa Grupo Zapata Guatemala?

- Preguntas auxiliares de investigación
 - ¿Qué situación se presenta en el proceso de fabricación de envases aerosoles?
 - ¿Qué factores afectan en la producción de la calidad de los envases aerosoles en la empresa Grupo Zapata Guatemala?
 - ¿Cómo la metodología de producción más limpia puede ayudar a disminuir la cantidad de envases defectuosos en la línea de aerosoles en la empresa Grupo Zapata Guatemala?

3.3. Viabilidad de la investigación

Se cuenta con la autorización del gerente general y el gerente de producción, se tiene interés en la mejora continua de los procesos, por lo cual se brindarán los datos requeridos, los materiales, el personal y el financiamiento será mixto para cumplir con la investigación.

3.4. Delimitación del problema

La investigación se realizará en la empresa Grupo Zapata Guatemala, ubicada en el Km 26.5 carretera a San Lucas Sacatepéquez, en la línea de aerosoles y el desarrollo del trabajo de investigación será de mayo 2016 a julio 2017.

3.5. Consecuencias de la investigación

Al realizar esta investigación se podrá determinar qué factores influyen en la producción de la calidad de los envases para posteriormente utilizar una metodología que permita controlar las causas que generan desperdicio y así cumplir reducir los envases defectuosos para cumplir con el objetivo de no exceder del 1,20 % de desperdicio establecido por la empresa.

Si no se realiza esta investigación, el desperdicio aumentará considerablemente y esto ocasionará que la empresa aumente sus costos operativos y que pierda competitividad en la industria de envases de metal.

4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se relaciona con la línea de investigación: metodologías de producción, el cual busca utilizar la metodología de producción más limpia para reducir la cantidad de envases defectuosos generados en la línea de ensamble de envases aerosoles y se relaciona con varios cursos de la maestría en Gestión Industrial como: ingeniería de la productividad, principios y fundamentos de la calidad, tecnologías de la calidad, sistemas de planeación industrial implementación de sistemas de calidad y evaluación de proyectos industriales.

Es necesario hacer la investigación, actualmente los mercados globalizados exigen niveles competitivos en calidad y productividad por esta razón, se debe contar con sistemas de producción que aprovechen eficientemente los recursos y además brinden mercancías de alta calidad, que garanticen la satisfacción de los clientes y el crecimiento de la empresa. Una planta de producción en la que el volumen de desechos y desperdicios es alto, se considera poco competitiva, toma en cuenta que los desperdicios incrementan los gastos de fabricación y obliga a aumentar los precios de los productos y a obtener ganancias mínimas.

Este proyecto es importante debido las causas que generan los envases defectuosos durante el proceso productivo no se tienen controladas; por lo cual se propone investigar y desarrollar mejoras basándose en la metodología de producción más limpia. Esta metodología propone analizar los procesos, recursos humanos, condiciones de trabajo, materiales y maquinaria utilizados, con el fin de eliminar o mejorar las actividades que comprometen la calidad de

los productos terminados, y de esta manera disminuir los desechos que se originan en el proceso.

El investigador pretende mediante esta metodología analizar las condiciones óptimas de trabajo requeridas para un rendimiento eficiente del personal involucrado en el proceso; además estudiará las condiciones de la maquinaria y la tecnología utilizada, con el fin de mejorarla y mantenerla en óptimas condiciones, evitan con ello la generación de desechos, debido a fallas mecánicas. Así mismo, se analizará la calidad de la materia prima utilizada, debido a que un mal control de ésta puede derivar en defectos posteriores que generen desperdicios.

Al establecer una metodología que permita el mejor aprovechamiento de los recursos y la reducción de envases, la empresa Grupo Zapata Guatemala será beneficiada y podrá disminuir los costos generados por producir envases con defectos, el personal operativo podrá realizar de manera adecuada sus labores y en un ambiente agradable y ordenado, el cliente final estará satisfecho de recibir productos de alta calidad; también se beneficiará la sociedad porque se contribuirá con la disminución de desperdicios, reduciendo así la contaminación ambiental.

5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Objetivo general

Diseñar una metodología de producción más limpia en la línea de fabricación de envases aerosoles de la empresa Grupo Zapata Guatemala.

5.2. Objetivos específicos

- Evaluar la situación de la línea de producción de envases aerosoles, en la empresa Grupo Zapata Guatemala.
- Analizar los factores que influyen en la producción de envases defectuosos en la línea de aerosoles.
- Determinar la metodología de producción más limpia, para reducir la cantidad de envases defectuosos en la línea de producción de envases aerosoles.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Surge la necesidad de implementar una metodología eficiente que disminuya la cantidad de envases defectuosos en la empresa Grupo Zapata Guatemala, a raíz del aumento del desperdicio en la línea de envases aerosoles. Durante el proceso de fabricación se generan defectos en los envases; sin embargo, no se sabe en qué cantidades y en que etapas específicas del proceso se generan. Se analizará la materia prima, la maquinaria, la mano de obra y los métodos de empaque utilizados en el proceso, mediante la metodología de producción más limpia poder cuantificar y disminuir la cantidad de envases defectuosos, con ello se beneficiará la empresa alcanzando el indicador de no exceder el 1.20 % en cuanto envases defectuosos, el cliente final y el medio ambiente también serán beneficiados y se obtendrán así procesos más eficientes y rentables para la empresa.

- Se analizará la materia prima, la maquinaria, la mano de obra y los métodos de empaque utilizados en el proceso, siguiendo la metodología de producción más limpia.
- Se utilizarán diagramas de Pareto e Ishikawa, para determinar las causas y los porcentajes de envases defectuosos que se generan en cada una de las etapas del proceso productivo.
- Se realizarán estudios específicos en las etapas que más afectan al proceso de fabricación de envases para realizar las acciones correctivas o preventivas requeridas para disminuir la cantidad de envases defectuosos.

- Se crearán diseños de formatos que permitan la continua medición y monitoreo de los envases defectuosos que se generen en el proceso, para tomar las medidas necesarias en el momento oportuno.

7. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

7.1. Descripción de la empresa

Se presenta el perfil de la empresa Grupo Zapata Guatemala, se hace una reseña histórica y se presenta el entorno y giro del negocio.

7.1.1. Historia

Grupo Zapata Guatemala, en su manual de calidad (2010) realiza una pequeña reseña histórica de la empresa en donde se indica que: “es una empresa 100 % guatemalteca que se dedica a la fabricación y comercialización de envases de hoja de lata para alimentos procesados. La empresa inició sus operaciones en Guatemala en junio de 2005, con el propósito de atender las necesidades del mercado nacional y de exportación del Caribe y Centro América.

Grupo Zapata fue fundado en 1926, es hoy una de las principales firmas industriales en México, don Cayo Zapata Molinero, estableció una empresa que comenzó fabricando productos de limpieza y aseo para calzado, a la que incorporó al poco tiempo la fabricación de envases de hoja de lata.

Este liderazgo, desde el inicio ha estado sustentado en la capacidad del Grupo para proveer una amplia variedad de soluciones de envasado, tanto en forma, medidas y usos. Esta diversidad a su vez ha permitido contar con una importante presencia en la industria alimenticia, bebidas, pinturas, lubricantes y farmacéuticos, entre otras.

El éxito de Grupo Zapata radica en el establecimiento de relaciones en el largo plazo con sus clientes, con el respaldo de importantes inversiones en tecnología para contribuir así al desarrollo y crecimiento de sus clientes. Hoy en día, Grupo Zapata cuenta con 11 plantas productivas de carácter industrial, dedicadas a la producción de empaques y envases metálicos.

Cuenta, con más 80 años de operación, mantiene su liderazgo a través del desarrollo de tecnología de punta en procesos de producción, diseño, de maquinaria y equipo para la elaboración de envases, con el fin de responder de manera profesional a los requerimientos de los clientes.

7.1.2. Ubicación

La empresa Grupo Zapata Guatemala, en su página de internet: <http://www.gzapata.com/index.html> (2016) tiene públicas las ubicaciones de sus plantas de producción para Guatemala, se muestra la siguiente información: se encuentra ubicada en el Km 26,5 carretera a San Lucas Sacatepéquez, Guatemala.

Figura 1. **Ubicación de la empresa**

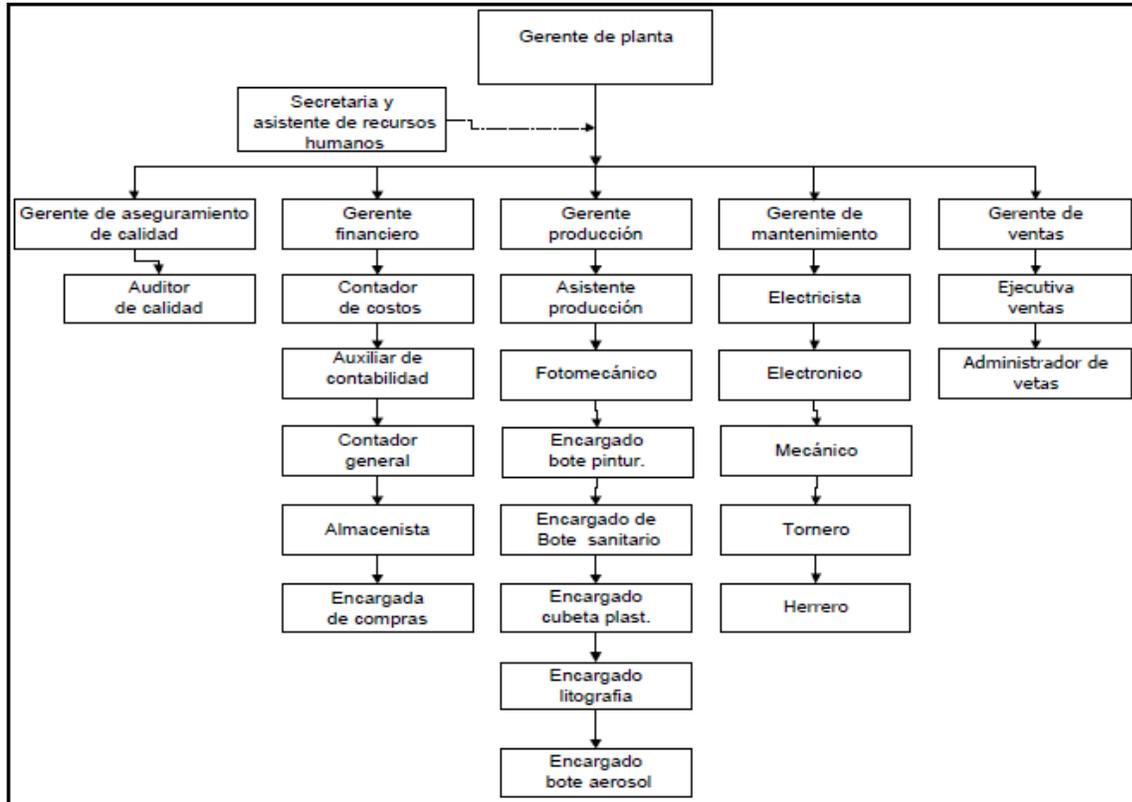


Fuente: Google maps.

7.1.3. **Estructura organizacional**

(Grupo Zapata Guatemala, en su manual de calidad 2010). Define el tipo de estructura organizacional y es: de tipo funcional clásica, es una jerarquía donde cada empleado tiene un jefe inmediato. Los empleados están organizados por especialidad, tales como: producción, mercadeo, ingeniería, y contabilidad en el nivel superior, con la ingeniería subdividida en mecánica y eléctrica.

Figura 2. Organigrama



Fuente: elaboración propia.

7.1.4. Plan estratégico

7.1.4.1. Misión

Se aporta soluciones de envase y empaque que contribuyan al desarrollo y crecimiento de nuestros clientes.

7.1.4.2. Visión

- Ser líder en producción y venta de empaques y envases en México y en el extranjero.
- Usar la mejor tecnología que nos permita producir con el mejor costo y calidad.
- Lograr que todo el personal desarrolle una actitud de servicio y orientación al mercado.
- Contar con personal competente y de gran calidad e integridad humana.
- Desarrollar y cultivar relaciones con los clientes para que seamos como “DE CASA”.
- Mejorar la calidad de vida del personal, sus familias y preservar el medio ambiente.

Con base en lo anterior, se quiere recalcar el “contar con un personal competente y de gran calidad humana,” así como “mejorar la calidad de vida del personal y de sus familias para preservar el medio ambiente”.

Para asegurar el lograrlo, se definieron los valores que forman la columna vertebral de nuestra cultura organizacional, con los que vive, trabaja y hace negocios, siendo estos:

7.1.5. Valores

- Solucionador de problemas
 - Capacidad de observación y análisis de la realidad
 - Confianza para expresar abiertamente las realidades
 - Creatividad en la aportación de ideas

- Justicia y respeto para tomar en cuenta a todos los involucrados, sus intereses y buscar una solución integral
- Pro actividad en el ejecutar
- Honestidad.
 - Integridad en el ser y en el actuar
 - Capacidad de comunicación, especialmente saber escuchar
 - Comprensión
 - Apoyo
- Responsabilidad
 - Disciplina
 - Calidad en el cumplimiento de estándares
 - Perseverancia en el alcance de las metas
 - Orientado a resultados
 - Conciencia sobre el uso racional de los recursos asignados
- Trabajo en equipo
 - Confía en los demás miembros.
 - Tiene visión de equipo, con objetivos de equipo por encima de los personales.
 - Acepta y juega su papel y el de los demás integrantes del equipo.
 - Mantiene buenas relaciones con los demás del equipo.
- Actitud de servicio
 - Orientación al cliente
 - Enseña y forma a los demás
 - Actitud positiva: lealtad, disponibilidad, optimista, buen humor
 - Humildad

- **Pasión**
 - Conoce y le gusta el negocio.
 - Tiene la “camiseta de la empresa” puesta.
 - Trabaja con gran convicción y demuestra un alto grado de compromiso.
 - Auto motivado y motiva a los demás.

7.1.6. Política de calidad

En Grupo Zapata Guatemala, S.A. tiene el compromiso de suministrar a nuestros clientes productos inocuos que satisfagan sus requerimientos y expectativas, a través de la mejora continua y Seguridad Alimentaria, para cumplir con los estándares de calidad establecidos.

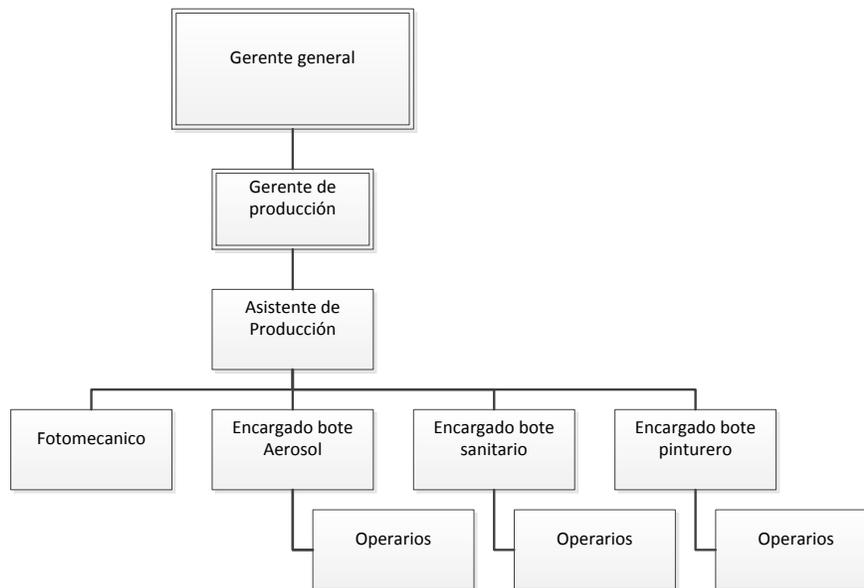
El gerente de planta se asegura, a través de las revisiones al sistema de gestión de calidad, que la política de calidad:

- Sea adecuada al propósito de Grupo Zapata Guatemala, S.A.
- Incluya el compromiso de cumplir con los requisitos y de mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de calidad.
- Proporcione un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de calidad.
- Se comunique y se entienda dentro de Grupo Zapata Guatemala, S.A.

7.1.7. Departamento de producción

A continuación, se presenta una breve descripción del departamento de producción con sus respectivas áreas de trabajo, funciones y estructura organizacional.

Figura 3. Estructura organizacional del departamento de producción



Fuente: elaboración propia.

El departamento de producción está regido por el gerente de producción, quien se encarga de la planificación control y seguimiento de la producción de Grupo Zapata Guatemala; el gerente del departamento de producción tiene a su cargo directo al asistente de producción, quien se encarga del seguimiento en planta de las actividades que se realizan a diario. La planta de producción cuenta con un supervisor para cada línea de producción, quienes tienen a su cargo al personal operativo y velan por el cumplimiento del programa de producción y actividades de mecánica para mantener el buen funcionamiento de la maquinaria.

Para diseñar una metodología que contribuya a la reducción del desperdicio es necesario conocer acerca de la situación actual y la forma de operación que tiene la empresa y el tipo de industria a la que pertenece,

además es necesario conocer acerca del desperdicio y las metodologías que pueden ser utilizadas para la mejora de los procesos, a continuación se presenta información que será de mucha utilidad en la presente investigación.

7.2. Envases aerosoles

La Asociación Española de Aerosoles (AEDA septiembre 2016), en su página web hace una breve historia de los envases aerosoles y dice: “en 1825, Charlie Plinth inventó su surtidor portátil estilo regencia, que utilizaba la presión para servir agua con soda y estaba controlado con una llave de cierre. Ésta fue sustituida por otro mecanismo denominado sifón champenois, que era en realidad un sacacorchos hueco que permitía servir bebidas gaseosas y otras bebidas a presión sin quitar el corcho. En 1837, Perpigna inventó el jarro con sifón que consistía en una válvula en la parte superior activada por un muelle. Ese mismo año Savarisse introdujo el sifón de agua gaseosa, basado en un principio similar. El moderno sifón de agua de soda es el descendiente directo de estos inventos”.

AEDA (2016), en su glosario define el envase aerosol como: “Conjunto formado por un recipiente no reutilizable de metal, vidrio o plástico que contenga un gas comprimido, licuado o disuelto a presión con o sin líquido, pasta o polvo, y esté provisto de un dispositivo de descarga que permita la salida del contenido, en forma de partículas sólidas o líquidas suspendidas en un gas en forma de espuma, pasta o polvo, o en estado líquido”.

AEDA (2016), el aerosol es un sistema de envasado, que puede contener y dispensar una gran diversidad de productos.

7.2.1. Partes de un envase aerosol

La terminología para los envases aerosoles y sus partes es muy amplia y puede cambiar de un país a otro, a continuación se describen de manera general las partes básicas de un recipiente para aerosoles de material hojalata con los términos utilizados en Guatemala:

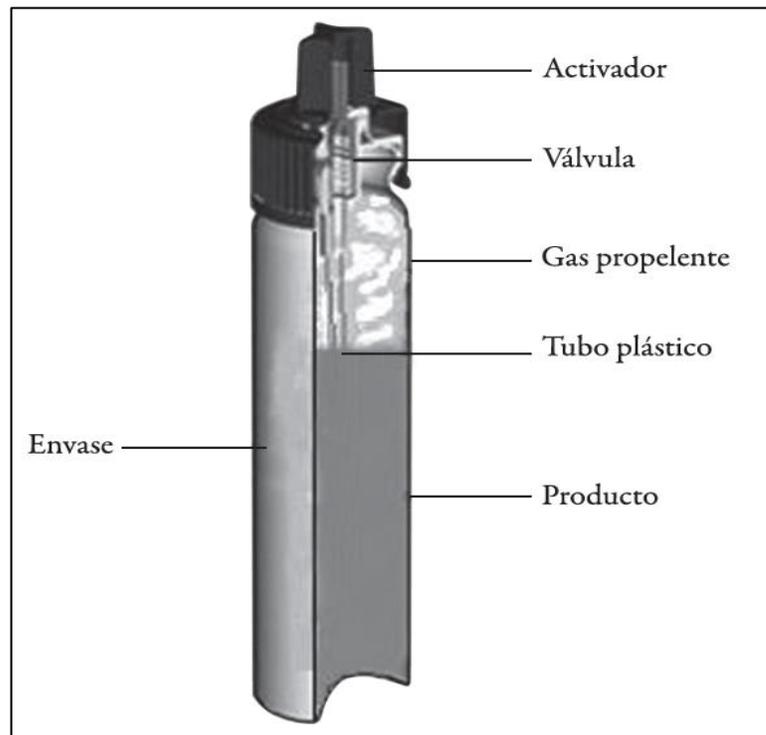
AEDA (2016), en su glosario de palabras define a los envases de hojalata como: “Los envases aerosol hojalata se fabrican a partir de hojalata de acero ligero en carbono, con una capa en ambas caras, de estaño que se aplica en una operación electrolítica continuada. Se fabrican usualmente en tres piezas, cuerpo, fondo y cono superior. Todos ellos acabados con igual consistencia y características metálicas”.

También AEDA (2016), define el cuerpo del envase de hojalata y explica que: “Es la pared cilíndrica del envase producida enrollando una plancha plana y aplicando una soldadura vertical para formar la costura lateral.”

Otras partes mencionadas en AEDA (2016), para los envases aerosoles son: “fondo envase hojalata, que consiste en la una parte cóncava que es adherida al cuerpo del envase mediante un proceso de curvatura sellada a través de una junta elástica, que cierra ambas partes (cuerpo y fondo). cono o cúpula del envase: es la parte superior del envase con una abertura redondeada y rebordeada donde se fija la válvula, dicha parte se adhiere al cuerpo mediante un proceso de curvatura sellada a través de una junta elástica, que cierra ambas partes (cuerpo y cono)”.

Por otra parte, Castrillón, (2016). Además de las partes ya mencionadas hace una descripción de válvula: permite abrir o cerrar pasó al contenido del aerosol.

Figura 4. **Partes de un envase aerosol**



Fuente: Cuc (2005), p. 95.

7.2.2. Tipos de envase aerosol

Los envases aerosoles se pueden fabricar en diferentes medidas, tanto para el diámetro como para la altura, pero al referirnos al tipo de envase, básicamente se pueden mencionar dos tipos:

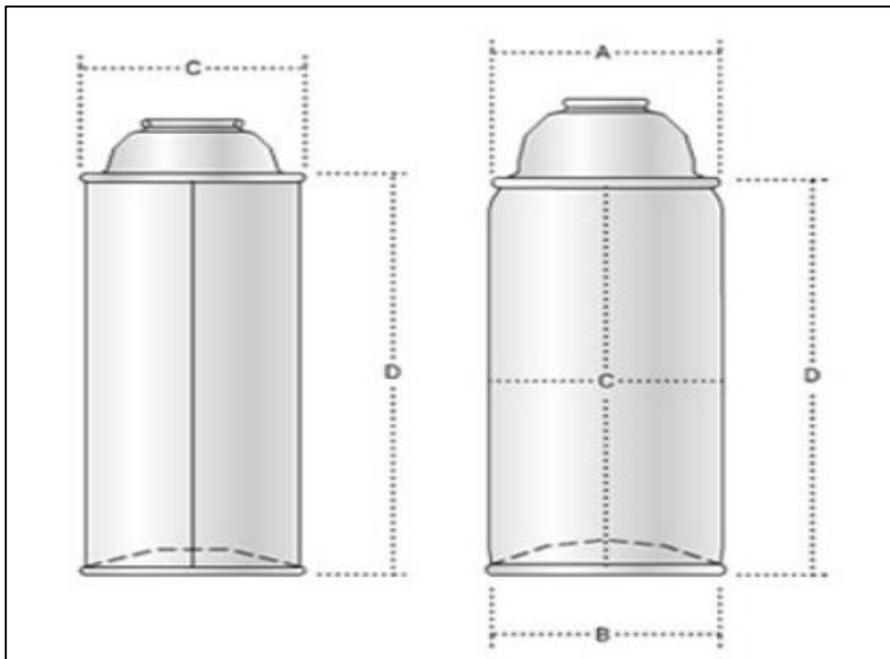
- a. Envases rectos

Se les llama así al envase en que las curvaturas del fondo y del cono, fueron mecanizadas sin producir anillo exterior. Todo el envase tiene el mismo diámetro. La boquilla, el domo y el cilindro tienen el mismo diámetro.

- Envases rectos

Se denomina al envase que las curvaturas tanto de fondo como del cono superior forman un anillo con ligero perfil añadido al diámetro del cuerpo.

Figura 5. **Dimensiones de los envases acuellado y recto**



A= Acuellado superior
B= Acuellado fondo
C= Diámetro del envase
D= Altura

Fuente: (CROWN ENVASES Mexico, S.A. de C.V., 2016)

En la imagen se muestra la diferencia entre un envase acuellado y un envase recto, también se puede observar las principales partes o dimensiones del envase.

Además de los tipos de envases ya mencionados, los envases aerosoles se pueden clasificar en otros dos tipos como lo menciona Cuc, (2005): “Estilo 7 o con recubrimiento interno: se le llama así a todo envase que requiere una aplicación interna de laca o barniz, el cual funciona como una protección y depende del producto a envasar para que éste no se contamine con el metal en el domo, fondo y cuerpo del envase. Está más ligado a productos que están hechos a base de agua, alcohol o compuestos químicos que corroen muy fácilmente el metal.

También están los denominados estilo 4 o sin recubrimiento interno: y son los envases que no requiere aplicación interna de laca o barniz, porque el producto a envasar no cambia las propiedades de la formulación al estar en contacto con el metal expuesto. Este envase es utilizado en productos hechos a base de solventes porque no corroen el metal.”

Como lo menciona Castrillón, (2016).

Los barnices y recubrimientos juegan un papel importante en la protección del envase metálico frente al producto y viceversa, y en la mejora de la apariencia del envase respecto al consumidor. De esta forma, pueden clasificarse en recubrimientos interiores y exteriores. El uso de los recubrimientos interiores está ampliamente extendido en el mundo del envase metálico, dadas diversas exigencias.

7.2.3. Uso y aplicaciones de un envase aerosol

Cuc, (2005) menciona que:

“En la actualidad existen muchas aplicaciones tanto para envases presurizados como en los envases de línea general. Los envases de línea general son utilizados para envasar productos líquidos que no necesitan gas propelente comprimido para su uso posterior. Se pueden fabricar envases aerosol en diversos tamaños, estilos y diseños. Según las características del envase y de su contenido, así como los requerimientos del cliente, los envases aerosoles pueden ser usados en:

- Productos de baja viscosidad: spray para el cabello, desodorantes corporales, insecticidas, repelentes, entre otros.
- Productos de alta viscosidad: pinturas, lacas, esmaltes, barnices, acrílicos en general, entre otros.
- Productos base agua: desodorantes ambientales, espumas para afeitarse, almidones para ropa.
- Productos polvo seco: extintores manuales.
- Productos industriales: silicón, aflojalotodo, limpiadores para alfombras, limpieza de carburadores, limpieza de motor, espumas aislantes, limpieza para circuitos eléctricos, entre otros.

Las normas de fabricación para la elaboración de envases presurizados son sumamente estrictas y se debe tomar muy en cuenta que tipo de productos se va a envasar, deben realizar previamente pruebas de compatibilidad porque la contaminación de un producto envasado no adecuado puede contaminar el metal o viceversa.”

7.2.4. Dimensiones y medidas para los envases aerosoles

Cuc, (2005):

“Actualmente no existe una reglamentación que rijas las medidas de tamaño o conformación de los envases, cada empresa ha llegado a un acuerdo tácito respecto a las dimensiones a manejar tanto en el sistema métrico como en el sistema inglés de medidas. La única medida universal que debe respetarse es el diámetro de la boquilla de los domos debido a que está normado a nivel mundial. La Corporación Zapata, ha estandarizado las medidas para todas sus plantas filiales en cualquier parte del mundo. Si existe alguna modificación en dichos estándares, es informada inmediatamente a todos; los datos son actualizados inmediatamente en los manuales corporativos de control de proceso.

En Zapata Guatemala se fabrican tres diámetros de envases: 202, 205 y 211. El primer dígito de cada número representa el número entero en pulgadas de la medida, seguido de la fracción adicional expresada en números de dieciseisavos de pulgada.”

7.2.5. Tamaños y capacidades de los envases aerosoles

Cuc, (2005) “El tamaño de un envase está en función de su diámetro y altura y esto determinará la capacidad de contenido del mismo. Tal y como se mencionó con anterioridad, la empresa produce tres diámetros distintos de envases (202, 205, 211) y cada diámetro se produce en gran variedad de alturas.”

Tabla I. **Dimensiones de los envases aerosoles**

Dimensión	Dimensiones Pulgadas				Dimensiones mm				Capacidad	
	A	B	C	D	A	B	C	D	mL	oz fl
202 X 214	2.000	2.063	2.125	2.875	51	52	54	73	145	4.9
202 X 314	2.000	2.063	2.125	2.875	51	52	54	98	198	6.7
202 X 509	2.000	2.063	2.125	5.563	51	52	54	141	290	9.8
202 X 514	2.000	2.063	2.125	5.875	51	52	54	149	311	10.5
202 X 700	2.000	2.063	2.125	7.000	51	52	54	178	367	12.4
202 X 705	2.000	2.063	2.125	7.313	51	52	54	186	387	13.0
202 X 804	2.000	2.063	2.125	8.250	51	52	54	210	450	15.2
205 X 509	2.125	2.250	2.313	5.563	54	57	59	141	346	11.7
205 X 710	2.125	2.250	2.313	7.625	54	57	59	194	482	16.3
205 X 804	2.125	2.250	2.313	8.250	54	57	59	210	523	17.7
205 X 905	2.125	2.250	2.313	9.313	54	57	59	237	591	20.0
205 X 1002	2.125	2.250	2.313	10.125	54	57	59	257	651	22.0
211 X 314	2.469	2.625	2.688	3.875	63	67	68	98	316	10.7
211 X 413	2.469	2.625	2.688	4.813	63	67	68	122	400	13.5
211 X 604	2.469	2.625	2.688	6.250	63	67	68	159	521	17.6
211 X 612	2.469	2.625	2.688	6.750	63	67	68	171	562	19.0
211 X 713	2.469	2.625	2.688	7.813	63	67	68	198	651	22.0
211 X 804	2.469	2.625	2.688	8.250	63	67	68	210	745	25.0

Fuente: (CROWN ENVASES Mexico, S.A. de C.V., 2016)

7.2.6. Características y propiedades de los componentes para fabricación de envases aerosoles

A continuación se realiza una descripción y las características que deben tener los materiales para la fabricación de los envases aerosoles, en esta sección se presentan los materiales y características para los tres principales componentes para fabricar envases aerosoles: hojalata, domo o cúpulas y fondo.

7.2.6.1. Hojalata

(Sancho, Valderas & Sancho, 2012) en la página web: el mundo de la lata, en el apartado: propiedades del acero base describe lo siguiente:

Como es bien conocido, la hojalata es un material formado por una lámina de acero recubierta de estaño por ambas caras. Este acero es de un grueso uniforme, y susceptible de oxidarse sin la protección del estaño. La hojalata tiene ciertas características que son las esenciales de la hojalata, e influyen en la fabricación de los envases de forma decisiva. Las principales son:

Tipo: el grado del refinamiento químico del acero, es decir su composición, se estableció en el horno de fabricación del mismo. Para la fabricación de envases se emplean tres tipos, identificados como hojalatas “L”, “MR”, y “MC”.

La hojalata tipo “L” tiene un bajo contenido metaloide (fósforo). El tipo “MR” es de contenido medio, cuyo temple o dureza se adquiere básicamente en la operación de laminado. El tipo “MC” tiene un contenido de medio a alto en fósforo, superior a los otros dos tipos. El temple de esta última se adquiere básicamente mediante variaciones en el contenido de fósforo, aunque también influye la operación de laminado. El más empleado de los tres tipos con gran diferencia es el “MR”.

Las cantidades de carbono, magnesio, sílice y azufre son muy parecidas en los tres tipos de hojalata. Estos elementos, si se encuentran en el límite de las tolerancias máximas, pueden influir en las características del acero y en su funcionamiento. La presencia de cobre es menor en el grado “L”, dando lugar a una mayor resistencia a la corrosión. Este tipo también presenta una menor proporción de fósforo, aportándole además una maleabilidad relativa mayor, lo

que le permite un embutido profundo. Esta elevada resistencia a la corrosión hace de este tipo de hojalata muy adecuado para productos ácidos como frutas

Temple: el temple o dureza relativa del acero base de la hojalata, es el resultado acumulado de una serie de factores o pasos: la composición del acero, las técnicas de laminado, recocido y templado (skin-pass). Cuando se trata de una hojalata del tipo simple reducida, el durometro Rockwell es el equipo estándar de determinación de la dureza superficial, aplicado para comprobar su temple es un equipo universal que emplea diferentes partes de cambio en función del material a medir, que le hacen apropiado para probar un gran número de tipos de aceros y de diferentes groesos. Para la hojalata doble reducida este dispositivo es inadecuado, debido a la gran delgadez y alta dureza de la misma. En este, caso se usa un equipo para pruebas de tracción, determinándose su límite elástico como dato equiparable a la determinación de su dureza. La dureza de la hojalata se designa con unas letras seguidas de un número. Esta nominación varia si se trata de una hojalata tipo simple reducida o doble reducida.

Para el caso de simple reducida se emplea la letra “T” seguida por un número de dos cifras. La letra proviene de la palabra “temple”, y las cifras se corresponden con el valor medio del campo de durezas, medidas en la escala Rockwell HR 30 T, que comprenden dicho valor. La escala alcanza los siguientes valores y utilizaciones:

Tabla II. **Escala de durezas para hojalatas**

Código	Rango de dureza	Características	Ejemplos de uso
T 50	45-52	Blando para embutir	Golletes, vertederos
T 52	48-56	Embutición moderada	Cierres a fricción
T 57	54-61	Uso general	Tapas, tapón corona
T 61	57-65	Uso general de más dureza	Tapas y cuerpos
T 65	61-69	Duro	Poco usado
T 70	66-73	Muy duro	Poco usado

Fuente: (CROWN ENVASES Mexico, S.A. de C.V., 2016)

Calibre: el espesor de la hojalata es un parámetro que no presenta dificultad, se determina con cualquier procedimiento válido para comprobar el grosor de un producto laminado metálico, este puede ser por medida directa o por pesada. Con anterioridad se empleaba el concepto de “peso base” para clasificar por espesores los materiales, basándose en la relación directa entre peso y espesor a igualdad en las otras medidas de la hoja. Este peso base se expresaba en libras por caja base. Dicho criterio ya no se usa sobre todo en Europa.

Se mide superficialmente en hojas: es la forma más clásica de suministro de hojalata. Viene en forma de bultos de hojas a las medidas especificadas en el pedido. Para determinar las dimensiones de la hoja a pedir o el ancho de la bobina, hay que proceder a un cálculo previo en función de su destino final. Si el mismo es para cuerpos de envases, se precisa determinar por un cálculo geométrico el desarrollo de los mismos y hacer una composición con el número de elementos que deseamos obtener por hoja, de ahí se deducirá las dimensiones del rectángulo. Si su uso es para tapas, la distribución de los cortes de los discos sobre la hoja es función del útil a usar, ya que puede ser de punzón simple, doble o múltiple. Bastará resolver un problema geométrico simple para su determinación. Las dimensiones de la lámina se calculan para

dar material suficiente en los bordes. Es decir, al valor teórico exacto necesario para realizar la operación prevista, se añadirá un recorte o extra de material en los cuatro lados de un valor entre 1 a 3 milímetros por lado para obtener sus dimensiones finales. El objeto de este recorte es dar el material extra suficiente para evitar el mal corte de una o varias unidades a obtener de la hoja. Este valor puede ser mayor o menor en función de la precisión y calidad de corte de las cizallas usadas para el corte de la lámina.

Estas dimensiones finales son las medidas teóricas del pedido. Las siderurgias las han suministrado comúnmente con una sobre medida entre 0 a 3 mm en longitud y en ancho, en las láminas cortadas por ellas. Esto se hace para compensar los posibles fallos de descuadrado u ondulaciones (orillas curvadas). Estas sobre medias se conocen con el nombre de tolerancias. El metal extra que limita el área de trabajo de la hoja, y que no se usa en la fabricación de cuerpos o tapas, se destina a desecho.

Es frecuente aprovechar esta sobre medida, pidiendo unas dimensiones algo más pequeñas que las teóricas necesarias, con lo cual se consigue un ahorro importante, ya que por ejemplo la reducción de 1 mm. En ancho en una partida grande supone una disminución de costo interesante.

Hojalata y Aluminios, S.A. (HOLASA, 2010) En su página web, presenta las características y especificaciones de la hojalata que debe utilizarse para la fabricación de envases aerosoles:

Tipo de acero: el acero utilizado para la fabricación de la hojalata electrolítica puede ser producido por los sistemas de colada continua o por lingoteras.

El espesor de la hojalata está definido en los estándares convencionales como aquel que se encuentra en el rango de 0.12 mm a 0.50 mm en simple reducción y de 0.12 mm a 0.29 mm para la lámina de acero doblemente reducida. En el sistema métrico, el espesor se reporta en mm. En algunas partes del mundo se sigue utilizando el sistema inglés, el cual tiene como base la unidad conocida como caja base (CB), cuya área es equivalente a 112 láminas de 20 x 14 pulgadas”

$$\text{Área CB: } 112 \times 20 \times 14 \text{ pulg. : } 31,360 \text{ pulg.}^2$$

Cuando la hojalata se vende en términos de caja base, el espesor es conocido como sustancia o peso base, el cual se define como las libras que pesa una caja base. La equivalencia entre lb/CB y mm está dada por la expresión:

$$\text{lb/CB : } 349.85551 \times \text{espesor (mm)}$$

El acero base para la hojalata se clasifica, según su temple el cual es un índice característico de las propiedades mecánicas del material.

Hasta hace muy poco existían grandes limitaciones para los diferentes tipos de recubrimientos de estaño. Debido a investigaciones realizadas, tanto por los productores de hojalata como por los usuarios de la misma, tendientes a rebajar costos, se pasó de recubrimientos de estaño de 5.6 g/m² a recubrimientos mínimos de 0.275 g/m². Lo anterior trajo notables innovaciones en los procesos de fabricación de la hojalata y de los envases.

Las unidades más usadas para expresar el recubrimiento de estaño son g/m² y lb/CB. A continuación se muestran los tipos de recubrimientos más

comunes y comerciales, así como los tipos diferencial y especial, con sus respectivas equivalencias.

Gracias a las bondades de la película hierro-estaño fue posible pensar en la fabricación de hojalata de bajo estañado (*L.T.S. o lighty tincoated steel*), que son materiales con una bajísima película de estaño y alta pasivación. La película de estaño puede ser o no ser completamente aleada, siendo la primera la que mejores resultados ha dado en el mercado.

Este tipo de hojalata tiene iguales o mejores comportamientos que la lámina cromada (*tin free steel*) y que la hojalata de recubrimiento normal (2.8/2.8 g/m²) cuando se usa lacada.

En Colombia se produce L.T.S. desde 1981 lo que representa grandes ahorros en la fabricación de envases debido a su bajo costo y alta versatilidad.

7.2.6.2. Cúpulas y fondos

(Sancho et al., 2012) en la página web, el mundo de la lata en el apartado: cúpulas de aerosoles describe lo siguiente:

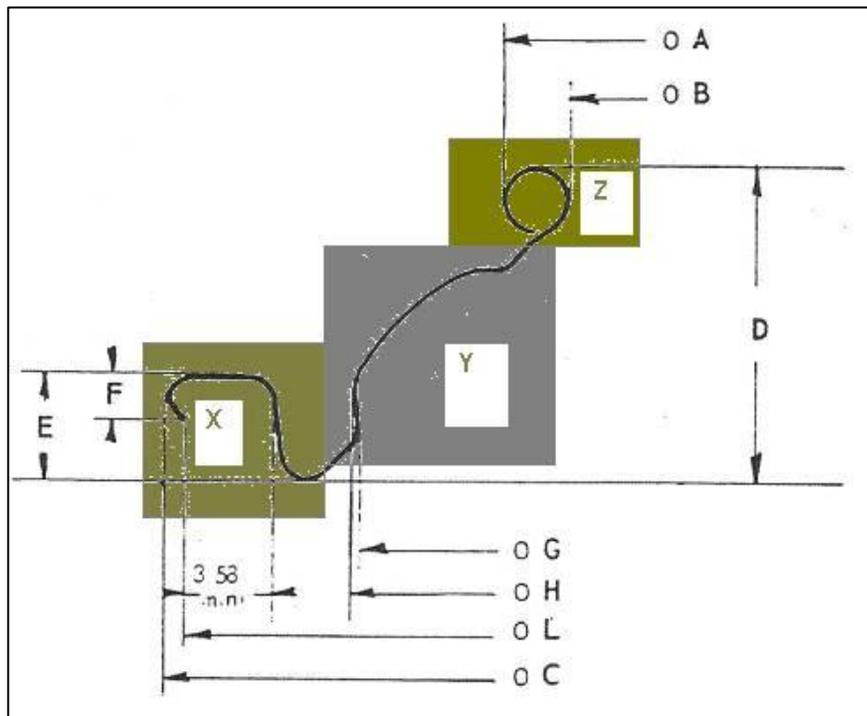
El envase aerosol se caracteriza por tener una tapa superior en forma de cúpula que cumple varias funciones:

- Presentar una elevada resistencia a la presión interna
- Servir de soporte a la válvula dosificadora
- Utilizar como anclaje al tapón de plástico
- Dar una configuración estéticamente agradable al conjunto.

Esta tapa en cúpula también recibe el nombre de cono y en él se distinguen las siguientes partes:

- X.- Zona del cierre, que comprende el ala y la cubeta, semejantes a los de una tapa convencional. Sirve para realizar el cierre – unión – con el cuerpo. Sobre él mismo se engancha el tapón de plástico.
- Y.-Cúpula propiamente dicha, que le da la resistencia adecuada a presión interior.
- Z.-Orificio central de una pulgada de diámetro – 25,4 mm – para alojamiento de la válvula.

Figura 6. **Esquema de dimensiones y medidas de las cúpulas para aerosoles**



Fuente: (CROWN ENVASES Mexico, S.A. de C.V., 2016)

Especificaciones para las cúpulas: Los envases aerosoles hechos en hojalata por la técnica “3 piezas”, están formados por un cuerpo cilíndrico, un fondo y una cúpula. Hoy en día, casi en su totalidad se fabrican del tipo entallados, es decir con ambos extremos reducidos. Los diámetros más comunes son:

Tabla III. **Relación de cúpulas y fondos de acuerdo al diámetro del cilindro**

Cuerpo	Fondo	Cúpula
45	42	41
49	47	45
52	50	48
57	54	52
65	63	60

Fuente: (CROWN ENVASES Mexico, S.A. de C.V., 2016)

O sea existen cinco diámetros diferentes de cúpulas en el mercado. La razón por lo que el diámetro de la misma es menor que el del fondo del envase, es para que una vez colocado el tapón de plástico sobre la cúpula, el diámetro exterior de del conjunto sea igual en todas las zonas del envase.

7.2.7. Descripción del proceso de ensamble de los envases aerosoles

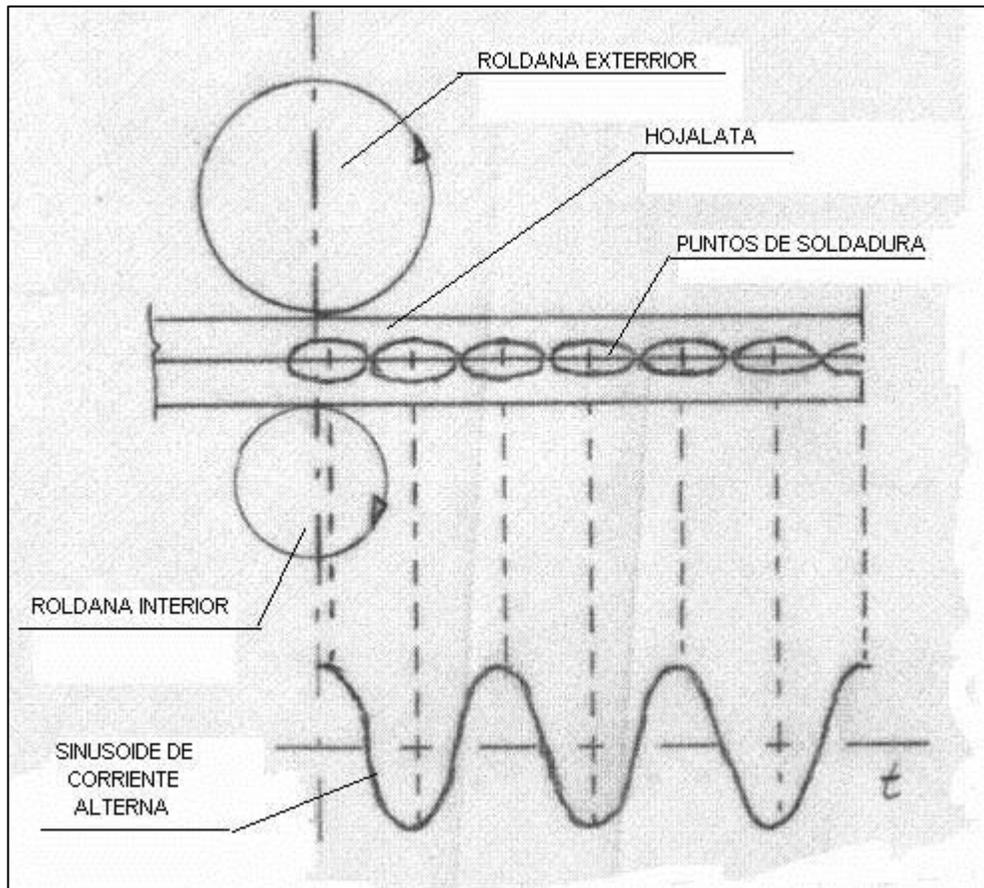
- Conformación del cilindro o cuerpo del envase:

(Sancho et al., 2012) en la página web, el mundo de la lata en el apartado de soldadura eléctrica realizan una breve reseña histórica de la soldadura para aerosoles y escriben lo siguiente:

A mediados de la década de los 60, Soudronic había introducido máquinas totalmente automáticas para la producción de cuerpos de latas de tamaño medio y grande. En 1969, la Compañía introdujo máquinas de más velocidad, para la fabricación de envases aerosol, en 1975, con el sistema de soldadura por alambre “perfilado” (*wire mash welding system*) (WIMA). Esta técnica involucra la utilización de un alambre de cobre estirado y aplastado, de manera que se aumenta la superficie de contacto en la zona de soldadura, produciendo una soldadura más sólida y adecuada, con una solapa de solo 1 mm de ancho. Soudronic desarrolló la utilización del alambre de cobre, como electrodo intermedio entre la costura de la lata y las roldanas de soldadura de cobre, para resolver el problema de la contaminación de la superficie del electrodo, y sus efectos en la calidad de soldadura.

Como el alambre no se vuelve a utilizar, la contaminación del electrodo dejó de ser un problema. Por otro lado, el desecho del alambre tiene un alto valor económico. Las roldanas estaban montadas con una inclinación de 2°, para achaflanar ligeramente el borde de la costura y así reducir el escalón y facilitar el rebarnizado de la misma. El cuerpo del envase una vez formado, es introducido mecánicamente en la estación de soldadura, donde el solape se mantiene constante. La técnica que emplean las soldaduras Soudronic es, simplemente, un procedimiento de soldadura por descargas continuas. Un punto de soldadura se engendra al fundirse el metal por la acción del calor desarrollado por paso de una alta intensidad de corriente a baja diferencia de potencia. A continuación, se presenta un esquema general de la soldadura WIMA.

Figura 7. Esquema general de soldadura WIMA



Fuente: El mundo de la lata, soldadura (2012)

Cuc, (2005). Describe las etapas de la fabricación del proceso de aerosoles como sigue:

- Aplicación de un barniz interno y externo de costura lateral (automático):

Inmediatamente después de formado los cuerpos o cilindros, éstos son pasados por un sistema de *brochas* que aplican el barniz de costura externo, al mismo tiempo que son pasados por una *pistola de aspersion*

la cual aplica el barniz de costura interno. La aplicación de ambos barnices de costura debe ser homogénea y debe cubrir en su totalidad el área de reserva de soldadura que previamente fue dejado durante el proceso de barnizado de hojalata.

- Horneo de barniz interno y externo de costura lateral

El curado de los barnices aplicados en el inciso “b” es realizado por medio de *quemadores de gas propano* a una temperatura de 160°C. Antes de iniciar la corrida de producción se debe chequear el curado de dichos barnices usa los lineamientos de los manuales de control de procesos y el manual de especificaciones de productos.

- Pestañado del cuerpo o cilindro :

Después de aplicar los barnices, los cilindros son transportados por medio de cadenas transportadoras, una banda magnética, volteadora de envases y por último carrilera de varillas hacia la máquina ensambladora denominada Lanico. La operación de pestañado o recalado de envases es necesaria para preparar los cilindros para recibir un fondo o un domo; es llevada a cabo por un par de matrices o chucks denominados pestañadores, éstos son introducidos simultáneamente en ambos extremos del cuerpo de la lata. En esta operación se determina también la forma del envase en su estructura superior en inferior, es decir, si el envase va a ser neck-in o recto. La profundidad de penetración de los pestañadores determinará el ancho de la pestaña que se producirá para la posterior operación de sellado o ensamble con el fondo y domo. La medida del ancho de pestaña esta estandarizado en el manual de control de procesos de la compañía.

- Ensamble de domo y fondo: Los cilindros pestañados pasan inmediatamente

Para ser ensamblados con el fondo y el domo, estos son liberados de la máquina por dos sensores al detectar el movimiento de los cilindros. Al ser soltado un fondo, la máquina lo coloca en el extremo inferior del cilindro pestañado, luego una moleta y un shock realizan el cerrado de primera y segunda operación, a esto se denomina doble cierre, este mismo procedimiento es aplicado en el cerrado del domo. El cerrado de primera y segunda operación determinan la hermeticidad de los envases, todos los chequeos y revisiones se encuentran estandarizadas en el manual de control de procesos.

La colocación del domo y fondo es una parte fundamental en el proceso de ensamble, un gran porcentaje de la calidad de los envases dependen de esta operación, hay una gran ciencia y nuevas tecnologías que estudian la teoría del doble cierre, que es como en la industria se le conoce a esta operación.

(Sancho et al., 2012) en la página web, el mundo de la lata en el apartado para la teoría del cierre mencionan:

Se define como “cierre” o “doble cierre”, el resultado de unir el extremo del cuerpo de un envase con su fondo o tapa. El cierre se obtiene curvando el ala del fondo alrededor de la pestaña del cuerpo, enganchándolas entre sí, hasta producir una unión hermética. Esta unión emplea por tanto, una técnica de engatillado o agrafado doble, es decir genera una doble pared de seguridad. Su objetivo es obtener una junta totalmente estanca.

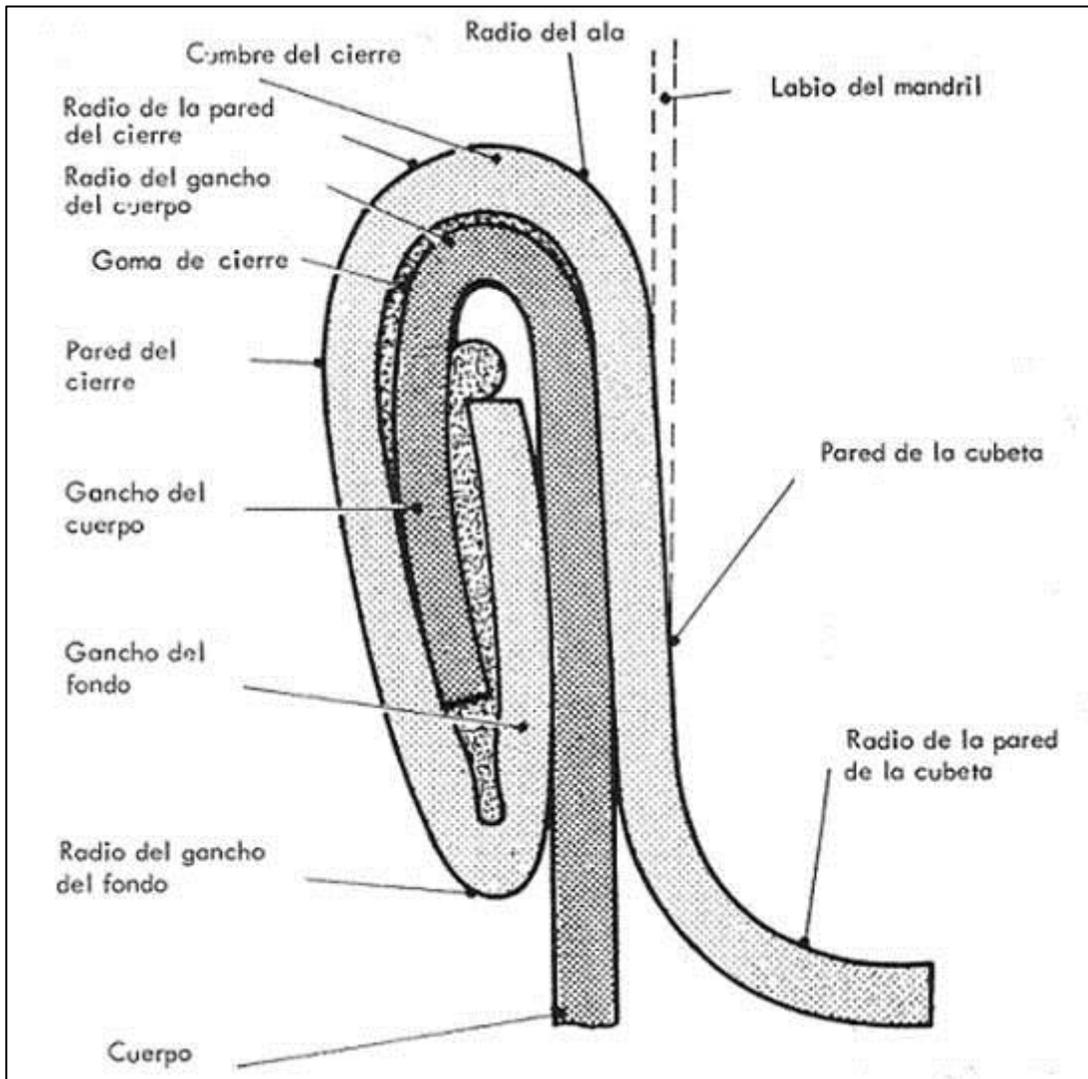
Realizar un buen cierre es una condición esencial, necesaria pero no suficiente, para evitar la contaminación bacteriológica, la corrosión y la alteración del producto. Debe tener unas características mecánicas suficientes para soportar, en condiciones normales, el proceso de llenado, manipulación, transporte y almacenaje.

El mismo se lleva a cabo en unos equipos denominados cerradoras. De estas máquinas hay una gran variedad de diseños y capacidades, desde la más simple, de operación a mano, hasta las más complejas, automáticas a elevadas velocidades de producción.

Otra forma de definir el “cierre” es: “el sellado hermético que se realiza entre el cuerpo de la lata y su fondo”. Se trata de un proceso de deformado del metal, que consta fundamentalmente de dos operaciones, aunque en casos de cierres de envases de forma irregular difíciles, pueden ser necesarias tres operaciones. Para conseguir la estanqueidad, se precisa la utilización de una goma – o compuesto –, que va depositada sobre la parte interna del ala del fondo, y después de realizada la operación de cerrado queda alojada en el interior del cierre.

A continuación, se presenta una imagen donde se representan las partes del doble cierre:

Figura 8. Partes del doble cierre



Fuente: El mundo de la lata, teoría del cierre (2012)

- Probado de envases :

Los envases terminados son inspeccionados en forma aleatoria en máquinas probadoras de aire para garantizar la hermeticidad de los

envases. El sistema de probadoras sumerge los envases en agua, inyecta aire comprimido a una presión que oscila entre 130 a 150 psi. De existir fuga, el burbujeo avisa a la persona que está operando la máquina para informar a todo el personal de línea y corregir el problema que está ocasionando la falla. Este es un tipo de muestreo en línea para determinar la calidad del doble cierre en los envases. Los envases son probados al 100 % únicamente al terminar de realizar un cambio de altura en la línea.

- Empaque de producto terminado :

No todos los envases pasan por el inciso “e” porque como se dijo con anterioridad es un muestreo en línea (solo el 10 % del total de la producción es probado). La mayoría de envases al terminar la operación descrita en el inciso “e” van directamente al área de empaque, en donde visualmente se realiza la última inspección de producto terminado, seguidamente son empacados en cajas de cartón corrugado o bolsas termoencogibles, según el requerimiento de los clientes. Las cajas o bolsas son apiladas en tarimas de madera para su despacho inmediato o para ser trasladadas a bodega de producto terminado.

7.3. Producción más limpia

El concepto de producción más limpia fue introducido por la Oficina de Industria y Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA 2007) y actualmente la define así:

La producción más limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada a procesos, productos, y servicios para

incrementar la eficiencia en general, y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente. Producción más limpia puede ser aplicada a los procesos utilizados en cualquier industria, a los productos mismos y a varios servicios ofrecidos en la sociedad.

Según el centro de producción más limpia panamá (CNP+L, 2005).

La producción limpia enfrenta el tema de la contaminación industrial de manera preventiva, concentrando la atención en los procesos productivos, productos y servicios, y la eficiencia en el uso de las materias primas e insumos, para identificar mejoras que se orienten a conseguir niveles de eficiencia que permitan reducir o eliminar los residuos, antes que estos se generen, producción más limpia Intenta minimizar residuos y a la vez maximizar la producción; es decir, busca un proceso óptimo; analizando el flujo de materiales y la energía en una empresa. Uno de los intentos para identificar las opciones para minimizar desechos en la industria pasa por estrategias de reducción de materias primas, las mejoras en la organización y tecnología también ayudan en la prevención y reducción desperdicios; y elegir mejores opciones en cuanto a materiales y energía se refiere.

7.3.1. Metodología de producción más limpia

La Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo industrial (ONUDI, 2007) en su libro de texto: Introducción a la producción más limpia hace establece los pasos necesarios para implementar la metodología de producción más limpia:

- Colecta de datos - flujo de masa, flujo de energía, costos y seguridad: Éste es uno de los pasos básicos y más importantes y también a menudo realmente consume mucho tiempo: la descripción apropiada de la situación actual. Mientras mejor se conozcan los procedimientos y datos reales, mejor será la aplicación de las opciones adecuadas de PML.
- Reflexión: dónde y por qué generamos desechos: Después de la colecta de datos, éstos se analizan y reflejan, según los principios de PML.
- Generación: de opciones: a partir del análisis se generan las opciones de PML. Surgirán algunas nuevas, creativas y/o ya muy conocidas, teniendo como objetivo una reducción en la fuente por medio de buenas prácticas, modificación del producto o proceso, cambios orgánicos, reciclaje interno o externo.
- Análisis: de viabilidad: para las opciones seleccionadas, un estudio de viabilidad analizará la viabilidad económica, técnica y ecológica.
- Implementación: en este paso se implementan las opciones de PML. Pero muy a menudo se llevan a cabo las opciones directamente sin el análisis de viabilidad detallado cuando las ventajas y la viabilidad son obvias o incluso sin la generación de opciones toda vez que la colecta y la reflexión de los datos ya hace visibles las opciones obvias de PML.
- Control y continuación: probablemente el aspecto más significativo y desafiante es el establecimiento de una forma sistemática de mejoramiento exitoso y continuo. Aquí se necesita el control ambiental, el establecimiento de nuevas metas y objetivos y la implementación continua. Los desechos y las emisiones son materias primas y materiales

del proceso. En su mayoría adquiridos a muy alto costo - que no se han transformado En productos comerciables o en materias primas para ser usados como insumo en otro proceso de producción. Incluyen todos los materiales sólidos, líquidos y gaseosos que se emiten al aire, agua o tierra, así como el ruido y el calor residual. El proceso de producción también comprende actividades que uno a menudo tiende a olvidar, como mantenimiento, reparación, limpieza así como el área de oficinas. Por consiguiente, minimizar los desechos y las emisiones también significa aumentar el grado de utilización de los materiales y energía usados para la producción (aumentando la eficiencia), y éste es el caso ideal, una utilización 100 % que garantiza un procedimiento libre de desechos y emisiones.

Así, para la compañía, la minimización de desechos es no sólo una meta ambiental sino más aún, y principalmente, un programa orientado comercialmente para aumentar el grado de utilización de materiales. Esta situación también puede ilustrarse por el hecho que aunque el tratamiento y la eliminación de desechos y emisiones son muy caros, los costos debido a la pérdida de materias primas (que se gastan en el sentido apropiado de la palabra) son normalmente muy superiores.

7.3.2. Contaminación

La Asociación Ecológica para el Reciclado de la Hojalata (ECOACERO, 2015) hace referencia al reciclaje y escribe lo siguiente:

- Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente físico, químico o en su caso biológico o también una combinación de varios agente en diversos lugares como concentraciones

que pudieran ser nocivos para la salud, la seguridad o en su caso para el bienestar de la población, o bien, en su caso pueden ser peligrosas para la vida vegetal o animal que habita en la tierra.

- Cada vez que aumenta el poder del hombre sobre la naturaleza o aparecen nuevas necesidades por parte del el, el medio ambiente que lo rodea cada vez se deteriora más. Actualmente el proceso tecnológico está demasiado acelerado, produciendo una alteración al medio ambiente, ya que en ocasiones el equilibrio biológico de la Tierra ha estado en gran peligro.

7.3.3. Prevención de la contaminación

ECOACERO, (2015) hace referencia al reciclaje y escribe lo siguiente:

- Si no se quiere dañar el medioambiente debemos procurar que nuestros residuos se recuperen y reciclen. Los envases de acero tienen una característica única, derivada del hierro de que están hechos: son magnéticos. Esta cualidad les diferencia por completo del resto de los materiales que se emplean para fabricar envases. Si colocamos un electroimán sobre el flujo de basuras podremos recuperar prácticamente todos los envases de hojalata. De una manera fácil y barata, sin necesidad de tener que seleccionarlos a mano de entre los demás residuos.
- Prevención de la contaminación es el uso de procesos, prácticas o productos que permiten reducir o eliminar la generación de contaminantes en sus fuentes de origen; es decir, que reducen o eliminan las sustancias contaminantes que podrían penetrar en cualquier

corriente de residuos o emitirse al ambiente (incluyendo fugas), antes de ser tratadas o eliminadas, protegiendo los recursos naturales a través de la conservación o del incremento en la eficiencia.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Descripción de la empresa

1.1.1. Historia

1.1.2. Ubicación

1.1.3. Estructura organizacional

1.1.4. Organigrama

1.1.5. Plan estratégico

1.1.5.1. Misión

1.1.5.2. Visión

1.1.6. Valores

1.1.7. Política de calidad

1.1.8. Departamento de producción

1.1.8.1. Estructura organizacional del
departamento de Producción

1.2. Envases aerosoles

- 1.2.1. Envase aerosol
- 1.2.2. Partes de un envase aerosol
- 1.2.3. Tipos de envase aerosol
- 1.2.4. Uso y aplicaciones de un envase aerosol
- 1.2.5. Dimensiones y medidas para los envases aerosoles
- 1.2.6. Tamaños y capacidades de los envases aerosoles
- 1.2.7. Materiales y tipos de hojalata para envases aerosoles
- 1.2.8. Descripción general del proceso de producción de Grupo Zapata
- 1.2.9. Detalles de la fabricación de envases aerosoles
- 1.3. Producción más limpia
 - 1.3.1. ¿Qué es producción más limpia?
 - 1.3.2. Metodología de producción más limpia
 - 1.3.3. Contaminación
 - 1.3.4. Prevención de la contaminación

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADO

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5. PROPUESTA DE MEJORA

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS
ANEXOS

9. METODOLOGÍA

9.1. Enfoque

La investigación se realizará bajo un enfoque mixto, por la naturaleza del estudio se tendrá un enfoque cualitativo y un enfoque cuantitativo. El enfoque cualitativo es debido a que se deben realizar observaciones en las que se puedan hacer la detección de oportunidades de mejora, el análisis de las causas así como la definición y programación de soluciones a los problemas presentados y el enfoque cuantitativo es debido a que se deben analizar las cantidades de envases defectuosos generados por cada una de las etapas del proceso productivo, se debe analizar el porcentajes y estadísticas de envases defectuosos generados y así determinar las mejoras que sean requeridas de acuerdo al análisis realizado por medio de estadísticas y conteos.

9.2. Diseño del estudio

El presente proyecto tiene como tema: utilizar una metodología de producción más limpia, con el fin de disminuir la cantidad de envases defectuosos que se generan en el proceso de fabricación de envases aerosoles y es un diseño no experimental, porque no se realizarán pruebas de laboratorio, además se tiene disponible información de los procesos que nos permite evaluar las condiciones actuales, adicional se cuenta con los reportes de la línea de producción en donde se pueden encontrar datos de las cantidades producidas y los envases rechazados en cada turno de producción.

9.3. Tipo de estudio

Es un tipo de investigación descriptiva porque no se manipularán variables, solo se describe el proceso y además se tiene acceso al proceso de producción, lo cual permite conocer y analizar la situación actual, también se cuenta con información de las cantidades diarias de envases defectuosos que se producen y se busca encontrar las causas que generan los envases defectuosos y así poder disminuir la cantidad de los mismos.

Es de corte transversal, porque se va a estudiar por un período de tiempo, durante los meses de agosto 2016 a diciembre del 2017, período en el que se realizará la observación y recolección de datos.

9.4. Alcance

El alcance metodológico es descriptivo, porque se tienen disponibles las características del proceso de producción de envases aerosoles donde se establecen cada una de las actividades que deben realizarse para poder completar la producción de los envases, en esta investigación se realizará un análisis de las causas que generan envases defectuosos y se determinará una metodología que ayude a disminuir la cantidad de envases con defectos.

9.5. Fases

9.5.1. Fase 1

Responde a la revisión documental para realizar la investigación de antecedentes del problema y marco teórico relacionado al mismo. Se recabará información de fuentes primarias, secundarias y terciarias además se utilizará

información brindada por la empresa, entrevistas y revistas relacionadas con el tema.

9.5.2. Fase 2

Se evaluará la situación de la línea de producción de envases aerosoles en la empresa Grupo Zapata, mediante observaciones y anotaciones para definir claramente las actividades que se realizan en cada una de las etapas del proceso productivo y posteriormente se diseñará el diagrama de flujo de proceso y se analizará cada uno de los elementos del proceso productivo. Se definirán partes claves del proceso y posibles fuentes de generación de envases defectuosos, se tomarán datos y se cuantificarán los envases defectuosos en cada uno de las etapas del proceso para aplicar herramientas o técnicas estadísticas que permitan un análisis cuantitativo y cualitativo de la situación en la que se encuentra la línea de producción.

9.5.3. Fase 3

Con los datos obtenidos en la fase 2, se analizarán los factores que influyen en la producción de envases defectuosos en la línea de aerosoles, por cada una de las etapas del proceso se determinará o describirá como: la calidad de las materias primas, el estado de la maquinaria, los métodos de empaque y el factor humano influyen en la generación de envases defectuosos y así poder calcular el porcentaje de envases defectuosos que se generan en cada una de las etapas del proceso y el porcentaje global, también se determinarán los costos que conlleva para la empresa la generación de estos envases defectuosos para posteriormente proponer una metodología o las acciones necesarias para disminuir los costos y el porcentaje de envases defectuosos.

9.5.4. Fase 4

Se tomó en cuenta las causas raíces y factores determinados en la fase 3; en la cuarta fase se diseñarán y establecerán los pasos de la metodología de producción más limpia, con lo que se espera para reducir el porcentaje de envases defectuoso y con ello reducir los costos que conlleva la producción de envases defectuosos en la línea de producción, así también se definirán las acciones y controles que se deberán mantener para reducir continuamente la cantidad de envases defectuosos que se generan en la línea de producción.

9.5.5. Población y muestra

Para la realización de esta investigación, se utilizará toda la población, es decir: no se realizara ningún muestreo. Para llevar la estadística y cuantificación de los envases defectuosos es necesario analizar todos los envases defectuosos y así determinar la causa raíz de los defectos.

9.5.6. Resultados esperados

Al diseñar y establecer los pasos de la metodología de producción más limpia, se espera reducir el porcentaje de envases defectuosos, contribuir a la mejora continua dentro de la empresa y alcanzar las metas y objetivos del departamento de producción de Grupo Zapata Guatemala, S. A, así disminuir los costos que conlleva la producción de envases defectuosos en la línea de producción, se espera reducir la contaminación ambiental y controlar los desechos metálicos que se generan al producir envases defectuosos.

10. VARIABLES E INDICADORES

10.1. Tipos de variables

A continuación se describirán de manera detallada los tipos de variables a utilizar en el estudio:

- Dependientes: cantidad de envases producidos por minuto, expresado en (unidades/min), es la cantidad de envases que la maquina tienen capacidad de producir de acuerdo a las características y requerimientos del envase.

Porcentaje de desperdicio ocasionado por:

- Calidad de la materia prima, es la cantidad de envases defectuosos que se generan, debido a las características de las materias primas.
- Estado de la maquinaria y herramienta, es la cantidad de envases defectuosos generados por un mal estado de la maquinaria o herramientas utilizadas en el proceso de producción.
- Factor humano y métodos de empaque, es la cantidad de envases defectuosos generados debido a que el factor humano y los métodos de empaque no son los adecuados para producir de manera adecuada.

Toneladas de metal generado por envases defectuosos, es la cantidad de toneladas que se generan por los envases defectuosos producidos.

Costo del desperdicio: es el valor económico que se le da a cada tonelada de metal utilizado en el proceso de producción.

- Independientes: tiempo de producción, es la cantidad de horas que la maquinaria está disponible para producir durante un período determinado.
- Indicadores: porcentaje de desperdicio: envases defectuosos/envases producidos.

Tabla IV. **Muestra y población**

Objetivo	Variable	Tipo de variable metodológica y estadística	Indicador	Tipo de control
Proponer la metodología de producción más limpia en la línea de fabricación de envases aerosoles de la empresa Grupo Zapata Guatemala.	Cantidad de envases defectuosos generados en todo el proceso de producción de envases aerosoles	Variable dependiente	Porcentaje de desperdicio global de la línea	Control en línea, registro de control diario y control mensual
Evaluar la situación de la línea de producción de envases aerosoles en la empresa Grupo Zapata Guatemala.	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de toneladas de desperdicio generadas en la línea de producción. • Costo del desperdicio 	Variable dependiente	<ul style="list-style-type: none"> • Toneladas de metal de desperdicio generadas mensualmente • Costo del desperdicio generado 	Control del peso de metal generado mensualmente por desperdicio.
Analizar los factores que influyen en la producción de envases defectuosos en la línea de aerosoles.	Porcentaje de desperdicio ocasionado por: <ul style="list-style-type: none"> • Calidad de la materia prima • Estado de la maquinaria y herramienta • Factor humano • Métodos de empaque 	Variables independientes	Porcentaje de desperdicio por cada uno de los factores	Control en línea, registro de control diario y control mensual
Diseñar la metodología de producción más limpia para reducir la cantidad de envases defectuosos en la línea de producción de envases aerosoles.		Variable dependiente		

Fuente: elaboración propia.

Para la realización de esta investigación, se utilizará toda la población, es decir, que no se realizara ningún muestreo. Para llevar la estadística y cuantificación de los envases defectuosos es necesario analizarlos todos.

11. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

A continuación se presenta los instrumentos que se utilizarán para analizar y recopilar datos necesarios, para llevar a cabo la investigación y las mejoras correspondientes.

11.1. Estadística descriptiva

Se utilizará estadística descriptiva para la recolección de datos de las variables y cantidades de envases defectuosos, se asignará a una persona de la línea de producción para realizar un conteo y clasificación de los envases defectuosos, los cuales serán anotados en el formato de producción que utilizan actualmente, este formato se presenta en la parte de los anexos. Posteriormente se realizará la tabulación de los datos en bloques, de acuerdo al diseño y tipo de envase. Con los datos recolectados se establecerán parámetros estadísticos como: la media, varianza y otras medidas de tendencia central.

Posteriormente, se realizará una representación gráfica de los datos y parámetros estadísticos, para una mejor visualización e iniciar la busca de las causas raíces de los defectos presentados, para diferentes periodos de tiempo de las cantidades que se generan de envases defectuosos así como las cantidades en las diferentes presentaciones y medidas de envases que se tienen, se realizarán diagramas de barras, polígonos de frecuencia e histogramas.

11.2. Diagramas estadísticos

Se utilizarán diagramas de árbol del problema e Ishikawa con los que se busca determinar la causa raíz de la generación de envases defectuosos.

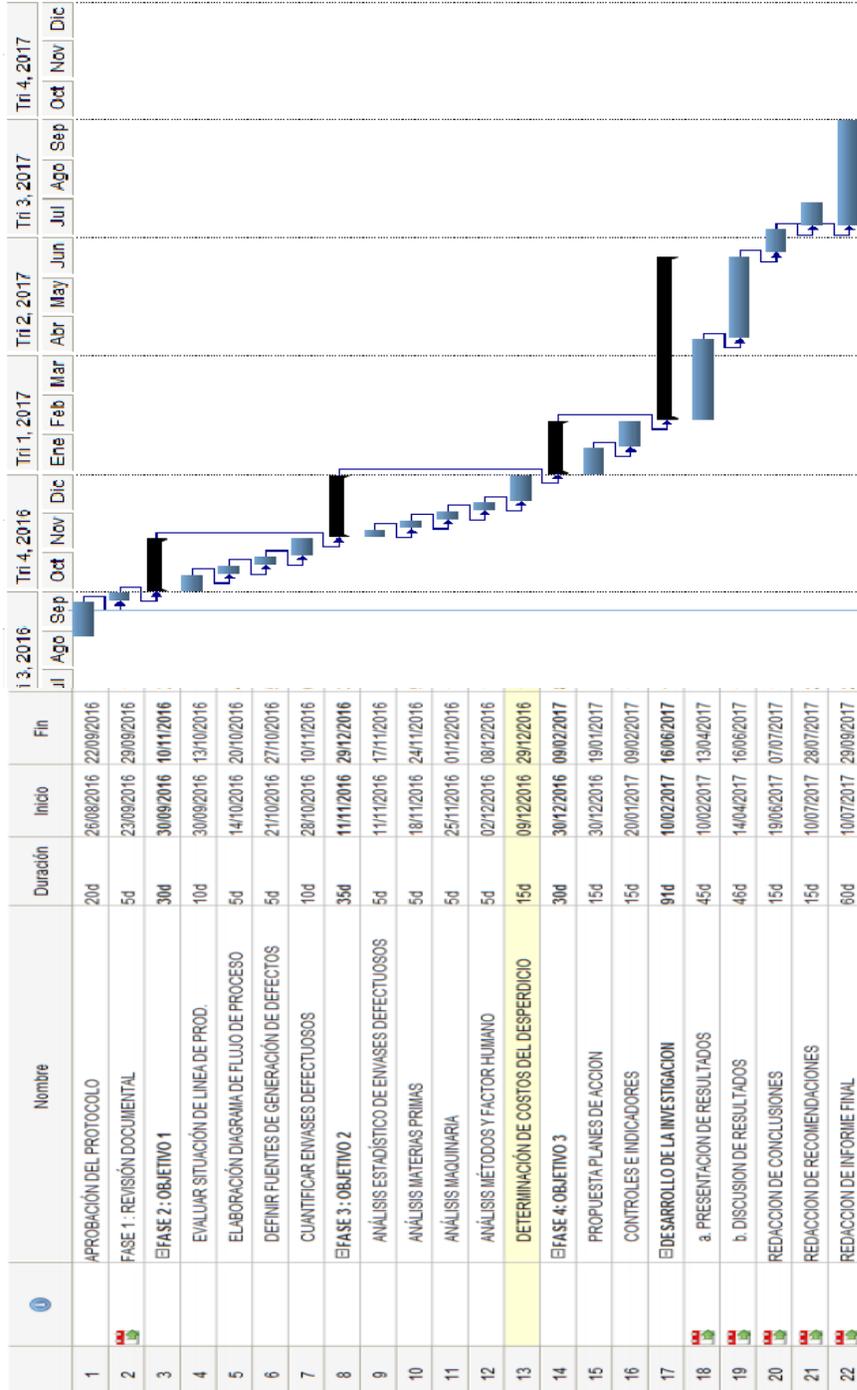
Se realizarán análisis de los datos históricos recolectados para verificar la existencia de un patrón o tendencias en cuanto a la generación de envases con defectos.

Se utilizarán gráficas de barras para mostrar los datos registrados y las medias encontradas con la estadística descriptiva, de esta forma, se pretende visualizar de una manera más sencilla los indicadores.

Con los datos históricos que se tienen y con los datos que se recolecten en las fases previas, se realizará la determinación de indicadores estadísticos para su posterior análisis. Los parámetros que se analizarán son: la media, mediana, desviación estándar, entre otros.

Se considera la participación de operadores y supervisores, en la discusión de resultados con el propósito de validar la información y para que se puedan generar propuestas que agreguen valor a la gestión de la operación de la línea de envases aerosoles.

12. CRONOGRAMA



Fuente: elaboración propia.

13. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El trabajo de investigación es factible, porque se cuenta con los recursos necesarios para ejecutar cada una de las fases de la presente investigación, para cumplir con los objetivos propuestos.

La empresa Grupo zapata proporcionando los recursos:

Humanos: Personal a disposición para realizar las tareas requeridas en la investigación.

Tecnológicos: Sistema de control y equipo de medición para la observación del comportamiento de variables, acceso a internet.

Información: Acceso a la información requerida en la investigación con el compromiso de respetar los derechos de propiedad.

Equipo e infraestructura: La utilización de los equipos de informática y mobiliario dentro de la empresa, así como la infraestructura que permita la realización de la investigación. El recurso financiero necesario para realizar la investigación será aportado por el investigador. Se presenta el siguiente presupuesto de gasto relacionado a la investigación:

Tabla V. **Factibilidad del estudio**

Recurso	Descripción del gasto	Q
Intelectual	Tiempo propio de inversión	10,500
Intelectual	Asesor de campo de trabajo de investigación	2,500
Material	Papelería y útiles	1,500
Movilización	Consumo de combustible y uso de vehículo	1,000
Alimentación	Alimentación	1,500
Tecnológico	Internet	800
Impresión	Inversión en cartuchos	600
	Total	18,400

Fuente: elaboración propia.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

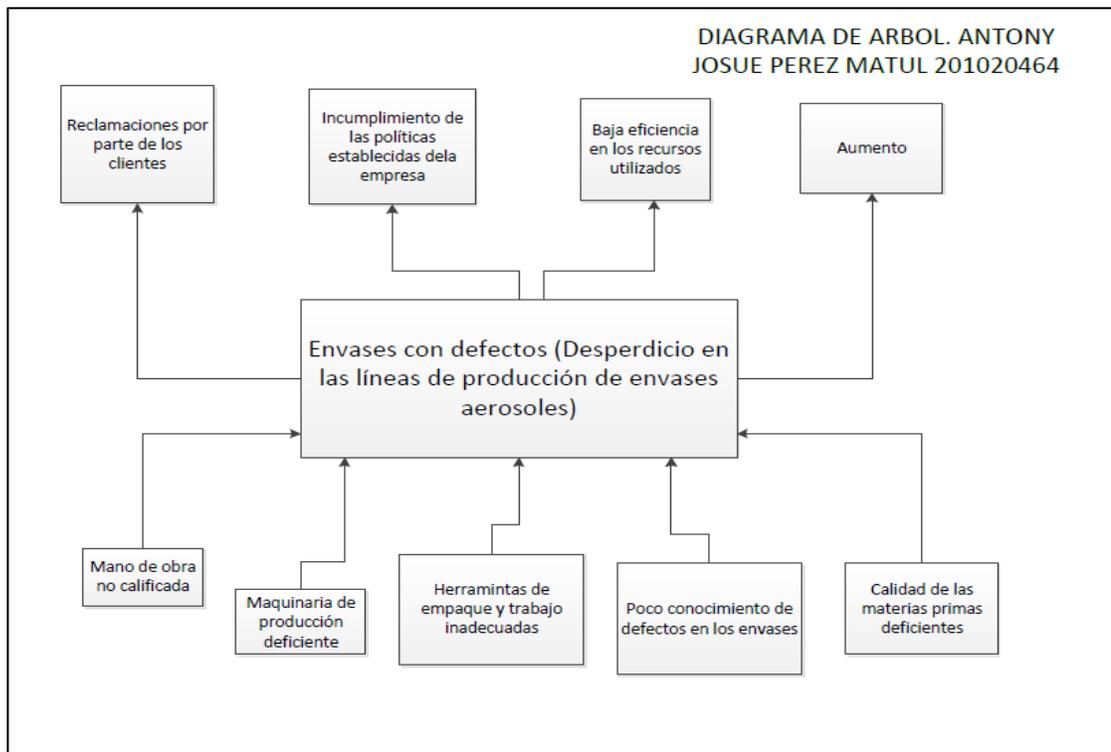
1. Asociación Española de Aerosoles. –AEDA- (2017). Historia del Aerosol. Consultado el 20 de enero de 2017 de: <http://aeda.org/>
2. Alvarado, E. (2011). Propuesta Metodológica para la reducción de desperdicios. En La Empresa “Us Technologies. Tesis de maestría en Ingeniería Industrial, Instituto Politécnico Nacional. México DF.
3. Barillas, R. (2012). Sistema de producción más limpia y plan de mantenimiento preventivo en una industria litográfica ubicada en la ciudad de Guatemala. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
4. Bermejo, R. (2005). La gran transición hacia la sostenibilidad: principios y estrategias de economía sostenible. España. Los libros de la catarata.
5. Canadian Food Inspection Agency (1,989). Metal can defects, identification and classification. Canadá.
6. Castrillón, T (n.d). Aerosoles. Consultado el 10 de noviembre de 2016, Guía técnica aini de envase y embalaje: [http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/0/0B23788EF00042A8C125714D004EA6F0/\\$FILE/aerosoles.pdf?OpenElement](http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/0/0B23788EF00042A8C125714D004EA6F0/$FILE/aerosoles.pdf?OpenElement)

7. Chemical Specialties Manufacturers Association.(CSMA), Aerosol Guide 8th Edición.
8. Criollo, B. (2010). Gestión ambiental para industrias de producción y servicios. Tesis de maestría en Ingeniería Industrial. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas. España.
9. Guatemala. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2008). Política Nacional de Producción más Limpia, Acuerdo Gubernativo Número 258-2010.
10. Jonhsen, M (2013). Control de calidad en aerosoles. Aerosol la Revista. Consultado el 05 de septiembre de 2016 de: <http://aerosollarevista.com/2013/06/control-de-calidad-en-aerosoles/>
11. La recuperación. (2015). Consultado el 20 de enero de 2017, página web de: Asociación ecológica para el reciclado de la hojalata ECOACERO. <http://www.ecoacero.com/la-recuperacion/>
12. Melgar, S (2010). Evaluación financiera comparativa entre un proceso de actualización tecnológica y la compra de maquinaria empacadora. Tesis de maestría en Administración Financiera. Universidad de san Carlos de Guatemala. Guatemala.
13. Miranda, M. Desarrollo de prácticas de producción más limpia, en una empresa de fabricación de envases de aluminio de 12 oz. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 206 ep.

14. Muñoz, L (2015). Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. Los factores principales para implementar la producción más limpia. Consultado el 03 de noviembre de 2010.
15. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible. – ONUDI- (2010). Manual de Producción más limpia. Introducción a la producción más limpia.
16. Pérez, C. (2014). Análisis y propuesta de mejora del proceso de manufactura de producción de línea blanca utilizando la metodología Kaizen. Tesis de maestría en Ingeniería Industrial en sistemas de manufactura. Universidad Iberoamericana. México D.F.
17. Teoría de cierres. (2010). El mundo de la lata. Consultado el 03 de marzo de 2017. De: <http://www.mundolatas.com/informacion%20tecnica/TEORIA%20DEL%20CIERRE%204%20parte.htm>
18. Tobar, E. (2014). Producción más limpia como estrategia de estado para coadyuvar a promover la sostenibilidad ambiental en Guatemala, en el marco de la responsabilidad social empresarial. Tesis de postgrado. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

15. APÉNDICES

Apéndice 1. Árbol de problema



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Matriz de coherencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	Variables	Indicadores	Controles
<p>PREGUNTA CENTRAL ¿Cómo aplicar la metodología de producción más limpia para controlar las causas que generan envases defectuosos en el proceso de fabricación de envases aerosoles en la empresa Grupo Zapata Guatemala?</p> <p>PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</p> <p>1. ¿Qué situación se presenta en el proceso de fabricación de envases aerosoles?</p> <p>2. ¿Qué factores afectan en la producción de la calidad de los envases aerosoles en la empresa Grupo Zapata Guatemala?</p> <p>3. ¿Cómo la metodología de producción más limpia puede ayudar a disminuir la cantidad de envases defectuosos en la línea de aerosoles en la empresa Grupo Zapata Guatemala?</p>	<p>General: Proponer la metodología de producción más limpia en la línea de fabricación de envases aerosoles de la empresa Grupo Zapata Guatemala.</p> <p>Específicos:</p> <p>1. Evaluar la situación de la línea de producción de envases aerosoles en la empresa Grupo Zapata Guatemala.</p> <p>2. Analizar los factores que influyen en la producción de envases defectuosos en la línea de aerosoles.</p> <p>3. Diseñar la metodología de producción más limpia para reducir la cantidad de envases defectuosos en la línea de producción de envases aerosoles.</p>	<p>1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA</p> <p>1.1. Historia</p> <p>1.2. Ubicación</p> <p>1.3. Estructura Organizacional</p> <p>1.3.1. Organigrama</p> <p>1.4. Plan estratégico</p> <p>1.4.1. Misión</p> <p>1.4.2. Visión</p> <p>1.4.3. Valores</p> <p>1.4.4. Política de calidad</p> <p>1.5. Departamento de producción</p> <p>1.5.1. Descripción</p> <p>1.5.2. Funciones</p> <p>1.5.3. Estructura organizacional del departamento de Producción</p> <p>2. ENVASES AEROSOLES</p> <p>2.1. Envase aerosol</p> <p>2.2. Partes de un envase aerosol</p> <p>2.3. Tipos de envase aerosol</p> <p>2.4. Uso y aplicaciones de un envase aerosol</p> <p>2.5. Dimensiones y medidas para los envases aerosoles</p> <p>2.6. Diseño de envases aerosoles</p> <p>3. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA</p> <p>3.1. ¿Qué es producción más limpia?</p> <p>3.2. Metodología de producción más limpia</p> <p>3.3. Contaminación</p> <p>3.4. Prevención de la contaminación</p> <p>3.5. Eficiencia de los recursos</p>	<p>Cantidad de envases defectuosos generados en todo el proceso de producción de envases aerosoles</p> <p>Cantidad de toneladas de desperdicio generadas en la línea de producción.</p> <p>Costo del desperdicio</p> <p>Porcentaje de desperdicio por cada uno de los factores</p>	<p>Porcentaje de desperdicio global de la línea</p> <p>Toneladas de metal de desperdicio generadas mensualmente</p> <p>Costo del desperdicio generado</p> <p>Porcentaje de desperdicio por cada uno de los factores</p>	<p>Control en línea, registro de control diario y control mensual</p> <p>Control del peso de metal generado mensualmente por desperdicio.</p> <p>Control en línea, registro de control diario y control mensual</p>

Fuente: elaboración propia.

