



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Maestría en Gestión Industrial

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

**Ing. Antony Josue Pérez Matul**

Asesorado por el Ma. Ing. Walter Emilio Ramírez Córdova

Guatemala, enero 2021

DTG. 046.2021.

La Decana 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 Estudios de Postgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA REDUCIR EL DESPERDICIO EN LA FABRICACIÓN DE ENVASES AEROSOLES DE LA EMPRESA GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.**, presentado por el Ingeniero: **Antony Josue Pérez Matul**, estudiante de la **Maestría en Artes en Gestión Industrial** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, febrero de 2021.

AACE/asga



**Guatemala, Enero 2021**

**EEPMI-0036-2021**

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y verificar la aprobación del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística al Trabajo de Graduación titulado: **“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 Ingeniero **Antony Josue Pérez Matul** quien se identifica con Carné **201020464** correspondiente al programa de **Maestría en Artes en Gestión Industrial** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*



**Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí**  
Director

**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Universidad de San Carlos de Guatemala**



Guatemala, Enero 2021

EEPMI-0037-2021

Como Coordinador de la **Maestría en Artes en Gestión Industrial** doy el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **“METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA REDUCIR EL DESPERDICIO EN LA FABRICACIÓN DE ENVASES AEROSOLES DE LA EMPRESA GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.”** presentado por el Ingeniero **Antony Josue Pérez Matul** quien se identifica con Carné **201020464**.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

**Mtro. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval**  
**Coordinador de Maestría**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Universidad de San Carlos de Guatemala**

Guatemala, Enero 2021

EEPI-0038-2020

En mi calidad como Asesor del Ingeniero Antony Josue Pérez Matul quien se identifica con Carné **201020464** procedo a dar el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **"METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA REDUCIR EL DESPERDICIO EN LA FABRICACIÓN DE ENVASES AEROSOLÉS DE LA EMPRESA GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A."** quien se encuentra en el programa de **Maestría en Artes Gestión Industrial** en la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
**MSc. Walter Emilio Ramirez Córdoba**  
**Asesor**

**Ing. Walter E. Ramirez C.**  
**INGENIERO INDUSTRIAL**  
**COLEGIADO 10,849**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**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 ESCUELA DE  
ESTUDIOS DE POSTGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA POR

**ING. ANTONY JOSUE PÉREZ MATUL**

ASESORADO POR EL MA. ING. WALTER EMILIO RAMÍREZ CÓRDOVA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN ARTES EN GESTIÓN INDUSTRIAL**

GUATEMALA, ENERO 2021





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADORA	Dra. Aura Marina Rodríguez Pérez
EXAMINADOR	Mtro. Carlos Humberto Aroche Sandoval
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



## **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:

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

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

**Ing. Antony Josue Pérez Matul**



## **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 siempre a mi lado.
- Mis hermanos** Kevin y Dany Pérez, por estar conmigo en todo momento, por su apoyo, sus consejos, su compañía.
- Mi novia** Miriam Mendoza, por motivarme y apoyarme en durante el trayecto académico y por su gran amor.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por albergarme en tan prestigiosa casa de estudios.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por ser parte importante durante mi formación académica.
<b>Grupo Zapata Guatemala, S.A.</b>	Por la oportunidad de desarrollarme laboralmente.
<b>Familiares</b>	Por formar parte de mi vida
<b>Mis amigos</b>	A todos aquellos que han estado en momentos de felicidad y dificultad, que me han apoyado en el desarrollo personal y académico.
<b>Ing. Fredy Calel</b>	Por su apoyo y enseñanza en el área profesional.
<b>Ing. Walter Ramírez</b>	Por su apoyo y asesoría profesional





## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS AUXILIARES.....	XIII
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	XVII
RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Grupo Zapata Guatemala S.A.....	1
1.1.1. Historia.....	1
1.1.2. Ubicación.....	2
1.1.3. Estructura organizacional.....	3
1.1.4. Plan estratégico.....	4
1.1.4.1. Misión.....	4
1.1.4.2. Visión.....	5
1.1.4.3. Valores.....	5
1.1.4.4. Política de calidad.....	7
1.1.5. Departamento de Producción.....	8
1.2. Envases aerosoles.....	9
1.2.1. Partes de un envase aerosol.....	10
1.2.2. Tipos de envase aerosol.....	12
1.2.3. Uso y aplicaciones de un envase aerosol.....	15

1.2.4.	Dimensiones y medidas para los envases aerosoles .....	16
1.2.5.	Tamaños y capacidades de los envases aerosoles .....	17
1.2.6.	Características y propiedades de los componentes para fabricación de envases aerosoles .....	18
1.2.6.1.	Hojalata.....	18
1.2.6.2.	Cúpulas y fondos .....	24
1.2.7.	Descripción del proceso de ensamble de los envases aerosoles .....	27
1.3.	Producción más limpia.....	34
1.3.1.	Metodología de producción más limpia.....	35
1.3.2.	Contaminación.....	38
1.3.3.	Prevención de la contaminación .....	38
2.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	41
2.1.	Investigación cualitativa.....	41
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	49
3.1.	Investigación cuantitativa.....	49
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	65
4.1.	Producción más limpia para reducir la cantidad de envases defectuosos .....	69
4.1.1.	Mejoras en las materias primas .....	69
4.1.2.	Mejoras en la maquinaria.....	76
4.1.3.	Mejoras en la mano de obra .....	79
	CONCLUSIONES.....	83

RECOMENDACIONES.....85  
REFERENCIAS .....87  
APÉNDICES.....91  
ANEXOS .....93



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Ubicación de la empresa.....	3
2.	Organigrama .....	4
3.	Estructura organizacional del Departamento de Producción .....	8
4.	Partes de un envase aerosol.....	12
5.	Dimensiones de los envases acuellado y recto .....	13
6.	Esquema de dimensiones y medidas de las cúpulas para aerosoles .....	26
7.	Esquema general de soldadura WIMA .....	29
8.	Partes del doble cierre .....	33
9.	Diagrama de proceso de fabricación de envases aerosoles.....	42
10.	Envases defectuosos en líneas de producción.....	44
11.	Envases defectuosos en líneas de producción.....	45
12.	Envases defectuosos en líneas de producción.....	46
13.	Desperdicio global por mes .....	50
14.	Desperdicio global: línea 2 .....	54
15.	Desperdicio global: línea 3 .....	55
16.	Desperdicio global: línea 2 vs línea 3 .....	56
17.	Desperdicio global por diámetro .....	59
18.	Pareto de las causas de defectos.....	61
19.	Diagrama de causa y efecto.....	62
20.	Resultados obtenidos.....	63
21.	Ordenamiento de la hojalata de acuerdo con las características.....	71
22.	Ordenamiento de la hojalata de acuerdo con las características.....	72
23.	Orden de trabajo para mantenimiento de equipos.....	77

24.	Método de paletizado normal.....	79
25.	Método de empaque propuesto .....	80
26.	Compactado de desperdicio .....	81

## **TABLAS**

I.	Dimensiones de los envases aerosoles .....	17
II.	Escala de durezas para hojalatas .....	20
III.	Relación de cúpulas y fondos de acuerdo con el diámetro del cilindro... 27	
IV.	Descripción de actividades del proceso de producción .....	43
V.	Desperdicio global por mes.....	49
VI.	Envases defectuosos línea 2 de producción .....	51
VII.	Envases defectuosos línea 2 de producción .....	52
VIII.	Histórico del porcentaje de desperdicio para las líneas 2 y 3 .....	53
IX.	Porcentaje de desperdicio por diámetro línea 2 .....	57
X.	Porcentaje de desperdicio por diámetro línea 3 .....	58
XI.	Porcentaje de desperdicio por diámetro global .....	58
XII.	Porcentaje de causas de defectos .....	60
XIII.	Porcentaje de las causas de defectos.....	60
XIV.	Características de inspección para la hojalata .....	70
XV.	Características que medir para los domos .....	73
XVI.	Características que medir para los fondos .....	74
XVII.	Características que medir para el alambre de cobre .....	75
XVIII.	Asignación de producción .....	78

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
∅	Diámetro.
°C	Indica una medición de temperatura en grados centígrados.
%	Porcentaje.





## GLOSARIO

<b>Aerosol</b>	Una suspensión coloidal de partículas líquidas o sólidas en un gas.
<b>Corrosión</b>	Proceso fisicoquímico producido por una reacción química de sus componentes, atacando la pared del envase y la válvula y produciendo o pudiendo producir la perforación de ambos.
<b>Doble cierre</b>	Resultado de unir el extremo del cuerpo de un envase con su fondo o tapa.
<b>Durómetro</b>	Aparato que mide la dureza de los materiales.
<b>Envase aerosol</b>	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.
<b>Hojalata</b>	Lámina delgada y lisa de hierro o acero cubierta de una capa fina de estaño por ambas caras.
<b>L</b>	Para denominar hojalata con bajo contenido de fósforo.
<b>MC</b>	Para denominar hojalata con alto contenido de fósforo.

<b>MR</b>	Para denominar hojalata con medio contenido de fósforo.
<b>Oz fl</b>	Abreviatura para onzas fluidas.
<b>P+L</b>	Significa producción más limpia.
<b>Propelente</b>	Fluido capaz de ejercer presión al estar contenido en un recipiente cerrado a temperatura ambiente.
<b>Soldadura WIMA</b>	Soldadura para hojalata que utiliza alambre de cobre y dos roldanas para producir la fusión del metal.
<b>T</b>	Utilizado para describir el temple o dureza de la hojalata.

## RESUMEN

La empresa Grupo Zapata de Guatemala, se dedica a la fabricación de envases de tres tipos: para aerosol, para productos alimenticios y para pinturas. Estos envases se fabrican a partir de la materia prima denominada hojalata, específicamente, en la línea de producción de envases para aerosoles se genera un alto porcentaje de envases defectuosos. Este porcentaje va desde el un 3,5 % hasta un 3,6 % sin embargo no se conoce con certeza el origen y las causas que generan los defectos en los envases.

Se evaluó la situación inicial de la línea de producción y sus generalidades, se utilizó la observación directa para conocer la secuencia y características del proceso productivo, se analizaron los porcentajes de envases defectuosos generados en las dos líneas de producción, se analizó el comportamiento de los porcentajes de envases defectuosos tomando en cuenta la mano de obra, la maquinaria y los materiales utilizados. Se encontró que estos 3 factores influyen directamente en el proceso productivo y la generación de envases defectuosos. Posteriormente, se utiliza la metodología de producción más limpia para determinar las causas principales de generación de desperdicio y para aplicar las acciones que permitan reducir la cantidad de envases defectuosos.

Siguiendo los pasos de la metodología de producción más limpia, se gestionaron planes de acción para reducir el impacto negativo que la materia prima, las máquinas y factor humano generan al proceso de producción. Las mejoras se basan en capacitaciones constantes, trabajos de mantenimiento y distribución de las cargas de trabajo en las líneas de producción, entre otras.

Estos planes de acción reducirán a 2 % el porcentaje de envases defectuosos, en un periodo de 6 meses. La disminución de los costos será de Q375,000.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS AUXILIARES**

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

- 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. La materia prima es la hojalata importada desde México en hojas de medidas establecidas, según sean los requerimientos del envase por fabricar. Actualmente, 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 se depositan fuera de la planta en un espacio destinado al depósito de desechos

y desperdicios. Los operarios verifican si el envase se acepta o rechaza durante el proceso. Por esta razón, ocasionalmente, algunos envases buenos se consideran defectuosos porque los operadores no tienen claras especificaciones para aceptar o rechazar los envases.

- 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 facilitaron los datos requeridos, los materiales y el personal; el financiamiento fue mixto para cumplir con la investigación.

- Delimitación del problema

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

- Consecuencias de la investigación

La investigación determinó los factores que influyen en la calidad de los envases. Luego, se utilizó una metodología para controlar las causas que generan desperdicio y reducir los envases defectuosos para cumplir con el objetivo de no exceder del 1,20 % de desperdicio establecido por la empresa.

Si no se hubiera realizado la presente investigación, el desperdicio habría aumentado considerablemente ocasionando que la empresa aumente sus costos operativos y que pierda competitividad en la industria de envases de metal.

- Formulación del problema

#### Pregunta central

¿Qué metodología se aplicará para controlar las causas que generan envases defectuosos en el proceso de fabricación de envases aerosoles en la empresa Grupo Zapata Guatemala S.A.?

- 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 S.A.?

¿Qué beneficio aportará la implementación de la metodología de producción más limpia en el proceso de reducción de la cantidad de envases defectuosos en la línea de aerosoles en la empresa Grupo Zapata Guatemala S.A.?





## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Objetivo general**

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

### **Objetivos específicos**

- Evaluar la situación de la línea de producción de envases aerosoles, en la empresa Grupo Zapata Guatemala S.A.
- 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.



## RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

La investigación se realizó bajo un enfoque mixto; enfoque cualitativo por las observaciones realizadas, en las que se detectaron oportunidades de mejora, el análisis de las causas, así como la definición y programación de soluciones a los problemas presentados y el enfoque cuantitativo se debe a que se analizaron las cantidades, porcentajes y estadísticas de los envases defectuosos generados por cada una de las etapas del proceso productivo.

Este proyecto es un diseño no experimental porque no se realizaron pruebas de laboratorio, además, se utilizó información de los procesos para evaluar las condiciones actuales, además, se contó con los reportes de la línea de producción donde constan las cantidades producidas y los envases rechazados en cada turno de producción.

Es un tipo de investigación descriptiva porque no se manipularon variables, únicamente, se describe el proceso. Es de corte transversal, porque se estudió por un período de tiempo, durante los meses de agosto 2016 a julio del 2017.

El alcance metodológico es descriptivo, porque se tienen disponibles las características del proceso de producción de envases aerosoles, se realizó un análisis de las causas que generan envases defectuosos y se determinó una metodología que ayude a disminuir la cantidad de envases con defectos.

La investigación se realizó en cuatro fases para una mayor comprensión 1) Revisión documental para realizar la investigación de antecedentes del problema y marco teórico relacionado al mismo. 2) Evaluación de la situación inicial de la

línea de producción de envases aerosoles en la empresa Grupo Zapata. 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. 4) Se tomaron en cuenta las causas, raíz y factores determinados en la fase 3; para establecer la metodología de producción más limpia.

## INTRODUCCIÓN

La empresa Grupo Zapata de Guatemala S.A., se dedica a la elaboración de envases de tres tipos: aerosoles, productos alimenticios y pintureros. La materia prima es la hojalata. En esta investigación se analizó únicamente el proceso de envases aerosoles. El trabajo de investigación consistió en una sistematización, análisis y control de factores que influyen en el proceso de producción de envases aerosoles, con la finalidad de determinar el porcentaje de envases defectuosos que se generan en las líneas de producción. Durante el proceso de fabricación de envases en la empresa Grupo Zapata Guatemala S.A., 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 se enfocó en el control de las causas que generan envases defectuosos utilizando 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 que se investigó, analizó y estableció mejoras, basándose en la metodología de producción más limpia. Utilizando la metodología de producción más limpia se analizaron los procesos productivos, el recurso humano, las condiciones de trabajo, las materias primas y la maquinaria utilizada, y así se eliminaron y mejoraron las actividades que afectaban la calidad de los productos terminados, después de analizar y mejorar estas actividades se redujo la cantidad de desechos generados.

Utilizar la metodología de producción más limpia permitió un mejor aprovechamiento de los recursos y la reducción de envases defectuosos por lo

que la empresa Grupo Zapata Guatemala S.A., fue beneficiada, logrando la disminución de los costos del desperdicio, y con esto aumentando la competitividad, el personal operativo mejoró y fue beneficiada al poder cumplir con objetivos de la empresa. El cliente final recibe productos de calidad y el medio ambiente tiene un menor impacto debido a la reducción de los desperdicios que se alcanzó.

La investigación contó con el apoyo de la empresa, el personal y otras partes interesadas para la recolección y uso de todos los datos pertinentes para la investigación.

El proyecto se dividió en cuatro capítulos en los cuales se desarrolló la investigación, análisis y propuesta.

En el capítulo I, se desarrolló el marco teórico, para conocer acerca de la industria metálica del envase, el entorno de la empresa y el uso de la metodología de Producción más limpia. En el capítulo II, se realizó el desarrollo de la investigación. Para ello se recolectaron datos que se analizaron con herramientas estadísticas para encontrar las causas y factores que afectaban la producción de envases defectuosos. Luego, se presentaron los resultados por medio de los cuales se conoció la empresa y la forma de operar. Se presentó un diagnóstico del desperdicio y la generación de envases defectuosos, también se planteó una propuesta cuyo objetivo es reducir las cantidades de desperdicio generadas.

En el capítulo III, se discutieron resultados, de donde surgieron las propuestas y mejoras para solucionar el problema de los altos índices de desperdicio generados en el proceso productivo de fabricación de envases, mediante la utilización de la metodología de producción más limpia. Se proponen y realizan acciones de mejora para reducir los envases defectuosos.

Al utilizar la metodología de producción más limpia se gestionaron planes de acción para reducir el impacto negativo que la materia prima, las máquinas y factor humano tienen en el proceso de producción. Las mejoras se basan en capacitaciones constantes, trabajos de mantenimiento y distribución de las cargas de trabajo en las líneas de producción, entre otras. Estos planes de acción reducirán el porcentaje de envases defectuosos en un 2 % en un periodo de 6 meses logrando con ello una disminución de costos de Q 375 000. Se recomienda el análisis continuo de los factores que generan los envases defectuosos para disminuir aún más el desperdicio en la línea de producción.





# **1. MARCO TEÓRICO**

El capítulo hace referencia a los fundamentos teóricos utilizados para realizar el trabajo de investigación.

## **1.1. Grupo Zapata Guatemala S.A.**

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

### **1.1.1. Historia**

Grupo Zapata Guatemala S.A. (2017), en su manual de calidad presenta una reseña histórica de la empresa, donde 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. En la actualidad, 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. (p. 6).

### **1.1.2. Ubicación**

La empresa Grupo Zapata Guatemala S.A., está ubicada en: km 26.5 carretera a San Lucas Sacatepéquez.

Figura 1. **Ubicación de la empresa**

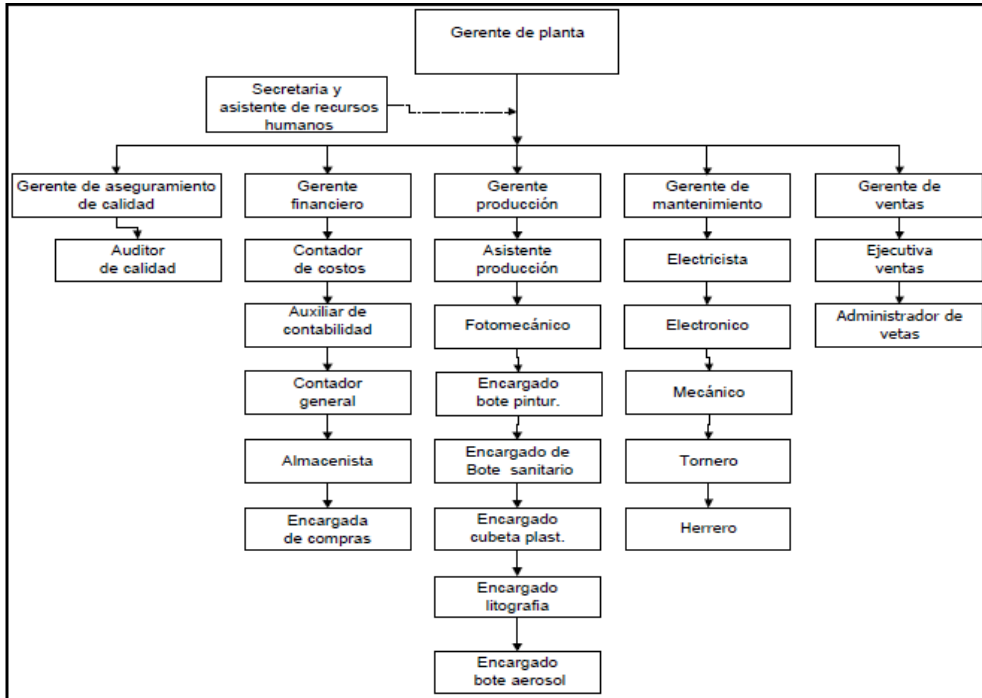


Fuente: Google Maps. *Ubicación Grupo Zapata*. Consultado el 20 de julio de 2017. Recuperado de <https://goo.gl/maps/HijyN32w3nAway6b6>

### **1.1.3. Estructura organizacional**

Grupo Zapata Guatemala, (2017) en su manual de calidad, define que su estructura organizacional es de tipo funcional clásica, es una jerarquía donde cada empleado tiene un jefe inmediato. Los empleados están organizados por departamentos: producción, mercadeo, ingeniería, y contabilidad en el nivel superior, con la ingeniería subdividida en mecánica y eléctrica.

Figura 2. Organigrama



Fuente: elaboración propia.

#### 1.1.4. Plan estratégico

Grupo Zapata en su Manual de Inocuidad presenta una breve descripción del plan estratégico que utiliza para la mejora continua en su organización, a continuación, se presenta una breve descripción del resumen del plan mencionado. Zapata Guatemala.

##### 1.1.4.1. Misión

“Se aporta soluciones de envase y empaque que contribuyan al desarrollo y crecimiento de nuestros clientes” (Grupo Zapata Guatemala, 2017, p. 6).

#### **1.1.4.2. Visión**

De acuerdo con el manual de la empresa se considera lo siguiente:

- 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. (Grupo Zapata Guatemala, 2017, p. 6).

Lo anterior enfatiza en 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 y por eso definen los valores que forman la columna vertebral de nuestra cultura organizacional, con los que vive, trabaja y hace negocios.

#### **1.1.4.3. Valores**

Según el manual de inocuidad la empresa considera la aplicación de los siguientes valores:

- Solucionador de problemas

- Capacidad de observación y análisis de la realidad.
- Confianza para expresar abiertamente las realidades.
- Creatividad en la aportación de ideas.
  
- 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.
  - 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.
- Auto motivado y motiva a los demás. (Grupo Zapata Guatemala, 2017, p. 6).

#### **1.1.4.4. Política de calidad**

De acuerdo con el manual de inocuidad la empresa Grupo Zapata Guatemala (2017), considera la aplicación de las siguientes políticas 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.

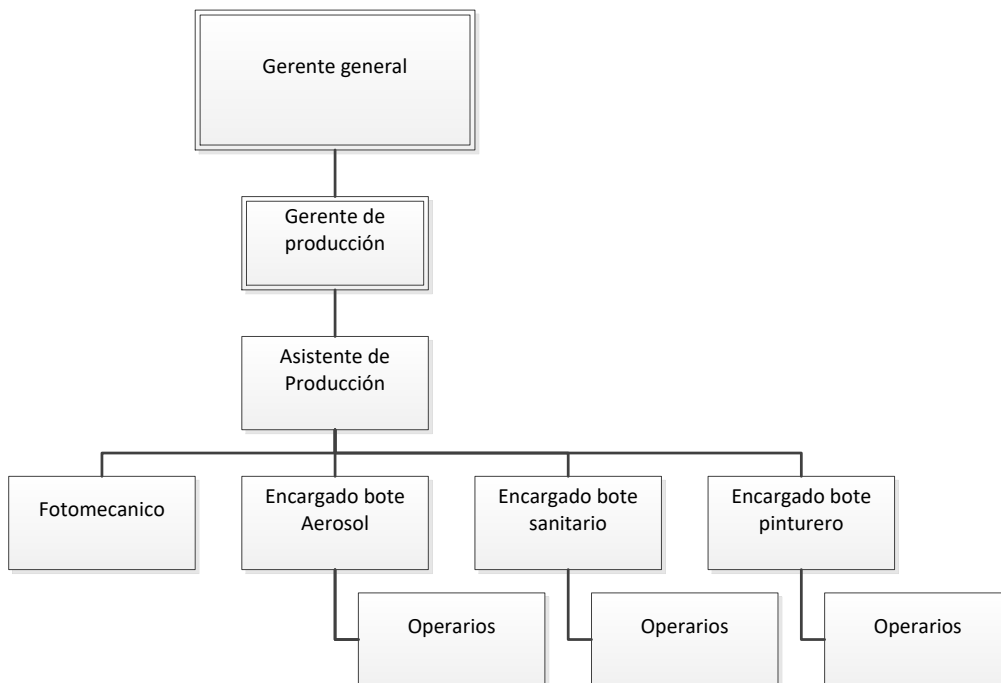
El gerente de planta se asegura, a través de las revisiones al sistema de gestión de calidad, que la política de calidad:

- 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. (p. 15).

### 1.1.5. Departamento de Producción

A continuación, se describe el departamento de producción, sus 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 planifica, controla y da seguimiento a la producción de Grupo Zapata Guatemala. El gerente del Departamento de Producción tiene a su cargo 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 la situación actual, la forma de operación, el tipo de industria a la que pertenece, el desperdicio y las metodologías que pueden aplicarse para mejorar los procesos. A continuación, se presenta útil para la investigación.

## **1.2. Envases aerosoles**

Para definir y conocer que es un envase aerosol la Asociación Española de Aerosoles hace una breve reseña:

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. Esta 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. (Asociación Española de Aerosoles, s.f., s.p.)

Un envase aerosol está definido en el glosario de Asociación Española de Aerosoles (AEDA) 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, s.f., s.p.)

Basados en estas definiciones se conoce que el aerosol es un sistema de envasado, que puede contener y dispensar una gran diversidad de productos.

### **1.2.1. 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.

En su glosario de palabras la AEDA menciona acerca de los envases de hojalata lo siguiente:

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. (AEDA, s.f., s.p.).

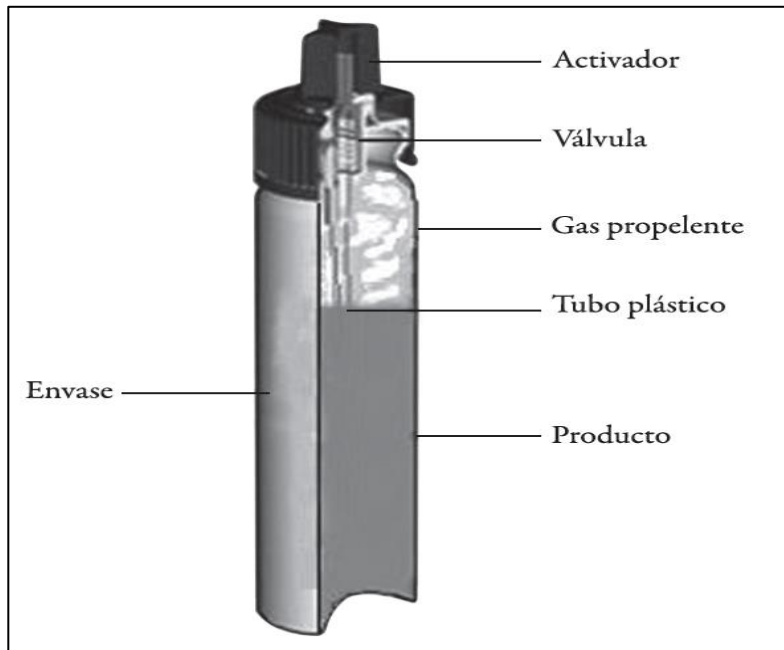
La AEDA es un gran referente de los envases de hojalata a nivel mundial y explica el cuerpo del envase como: “Es la pared cilíndrica del envase producida enrollando una plancha plana y aplicando una soldadura vertical para formar la costura lateral” (AEDA, s.f., s.p.).

Otras partes del envase aerosol mencionadas por la AEDA 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). (AEDA, s.f., s.p.).

Otra de las partes de un envase aerosol es la válvula: permite abrir o cerrar pasó al contenido del aerosol.

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



Fuente: Cuc Cab, Alex Reynaldo. *Aplicación de la técnica SMED en la fabricación de envases aerosoles*. Consultado el 20 de octubre de 2017. Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1361\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1361_IN.pdf)

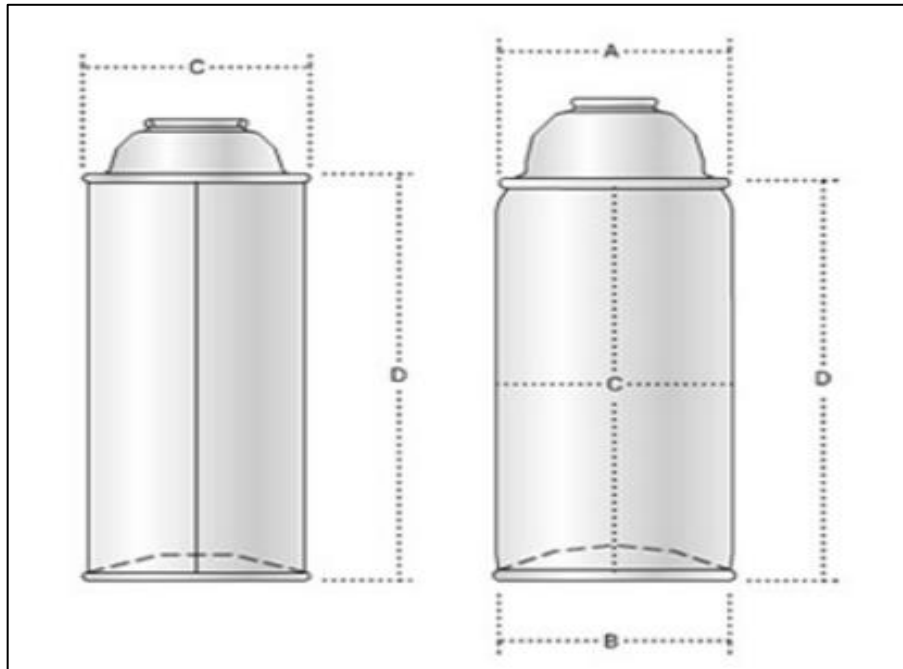
### 1.2.2. Tipos de envase aerosol

Los envases aerosoles se fabrican en diferentes medidas, tanto para el diámetro como para la altura, pero básicamente se pueden mencionar dos tipos:

- Envases rectos

Se le 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.

Figura 5. Dimensiones de los envases acuellado y recto



Fuente: Crown Cork. *Latas de aerosol con cuello*. Consultado el 10 de abril de 2016.  
Recuperado de <https://www.crowncork.com/aerosol-cans/necked-aerosol-cans>

A= Acuellado superior

B= Acuellado fondo

C= Diámetro del envase

D= Altura

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 mencionados, los envases aerosoles se pueden clasificar en otros dos tipos:

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. (CUC, 2005, p. 16).

Otros autores consideran que:

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. (Mundo Latas Web, s.f., s.p.)

### **1.2.3. Uso y aplicaciones de un envase aerosol**

CUC (2005), considera que los envases aerosoles son utilizados a nivel mundial por diversas industrias y tienen propiedades que los hacen prácticos y de uso constante.

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: espray 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 afeitar, almidones para ropa.
- Productos polvo seco: extintores manuales.
- Productos industriales: silicón, aflójalotodo, 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. (p. 17).

#### **1.2.4. Dimensiones y medidas para los envases aerosoles**

Las dimensiones de los envases aerosoles deben ser muy precisas y respetarse los acuerdos establecidos entre productores y clientes debido a que fallos en estas dimensiones pueden causar grandes problemas en cuanto al llenado de productos posteriormente.

CUC (2005), indica en su tesis lo siguiente:

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. (p. 18).

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.



### 1.2.5. Tamaños y capacidades de los envases aerosoles

El tamaño de un envase está en función de su diámetro y altura y esto determinará la capacidad de contenido de este. 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	ozfl
<b>202 X 214</b>	2.000	2.063	2.125	2.875	51	52	54	73	145	4.9
<b>202 X 314</b>	2.000	2.063	2.125	2.875	51	52	54	98	198	6.7
<b>202 X 509</b>	2.000	2.063	2.125	5.563	51	52	54	141	290	9.8
<b>202 X 514</b>	2.000	2.063	2.125	5.875	51	52	54	149	311	10.5
<b>202 X 700</b>	2.000	2.063	2.125	7.000	51	52	54	178	367	12.4
<b>202 X 705</b>	2.000	2.063	2.125	7.313	51	52	54	186	387	13.0
<b>202 X 804</b>	2.000	2.063	2.125	8.250	51	52	54	210	450	15.2
<b>205 X 509</b>	2.125	2.250	2.313	5.563	54	57	59	141	346	11.7
<b>205 X 710</b>	2.125	2.250	2.313	7.625	54	57	59	194	482	16.3
<b>205 X 804</b>	2.125	2.250	2.313	8.250	54	57	59	210	523	17.7
<b>205 X 905</b>	2.125	2.250	2.313	9.313	54	57	59	237	591	20.0
<b>205 X 1002</b>	2.125	2.250	2.313	10.125	54	57	59	257	651	22.0
<b>211 X 314</b>	2.469	2.625	2.688	3.875	63	67	68	98	316	10.7
<b>211 X 413</b>	2.469	2.625	2.688	4.813	63	67	68	122	400	13.5
<b>211 X 604</b>	2.469	2.625	2.688	6.250	63	67	68	159	521	17.6
<b>211 X 612</b>	2.469	2.625	2.688	6.750	63	67	68	171	562	19.0
<b>211 X 713</b>	2.469	2.625	2.688	7.813	63	67	68	198	651	22.0
<b>211 X 804</b>	2.469	2.625	2.688	8.250	63	67	68	210	745	25.0

Fuente: Crown Cork. *Latas de aerosol con cuello*. Consultado el 10 de abril de 2016.

Recuperado de: <https://www.crowncork.com/aerosol-cans/necked-aerosol-cans>

## **1.2.6. Características y propiedades de los componentes para fabricación de envases aerosoles**

A continuación, se describen y caracterizan los materiales para la fabricación de los envases aerosoles. En esta sección se presentan los materiales y características de los tres principales componentes para fabricar envases aerosoles: hojalata, domo o cúpulas y fondo.

### **1.2.6.1. Hojalata**

Uno de los materiales más importantes en la fabricación de envases aerosoles es la hojalata, lo que requiere saber las características y propiedades de la hojalata a utilizar, una buena hojalata determinará en gran medida la calidad el envase final, Mundo Latas Web indica algunas características a tenerse en cuenta:

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 de este. Para la fabricación de envases se emplean tres tipos, identificados como hojalatas “L”, “MR”, y “MC”. (s.f. s.p.).

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”. (Mundo Latas Web, s.f., s.p.).

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. (Mundo Latas Web, s.f., s.p.).

**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 durómetro 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 esta. 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. (Mundo Latas Web, s.f., s.p.).

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

Fuente: Mundo Latas Web. *Barnices 1º parte*. Consultado el 21 de abril de 2017. Recuperado de: <https://mundolatas.com/propiedades-del-acero-base/>

Mundo Latas Web indica que también deben considerarse:

**Calibre:** el espesor de la hojalata es un parámetro que no presenta dificultad, se determina con cualquier procedimiento valido 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. (s.f., s.p.).

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 estos 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. (Mundo Latas Web, s.f., s.p.).

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. (Mundo Latas Web, s.f., s.p.).

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. (Mundo Latas Web, s.f., s.p.).

Para la fabricación de envases aerosoles la hojalata debe cumplir con características que garanticen la calidad del producto terminado, Hojalata y Laminados (2018), describe las características a considerar en la hojalata:

**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.

**Espesor:** 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.

Área CB: 112 x 20 x 14 pulg.: 31,360 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:

$$\text{Lb/CB} = 349.85551 \times \text{espesor (mm)}$$

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

**Recubrimiento de estaño:** 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 esta, tendientes a rebajar costos, se pasó de recubrimientos de estaño de 5,6 g/m<sup>2</sup> a recubrimientos mínimos de 0,275 g/m<sup>2</sup>. 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/m<sup>2</sup> y lb/CB.

Gracias a las bondades de la película hierro-estaño fue posible pensar en la fabricación de hojalata de bajo estañado (*L.T.S. o lightlytincoatedsteel*), 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/m<sup>2</sup>) cuando se usa lacada (Hojalata y Laminados, (2018), “Características de la hojalata electrolítica”, párr. 1).

### **1.2.6.2. Cúpulas y fondos**

Los envases para aerosoles cuentan con una tapadera superior conocida como cúpula y una tapa inferior denominada fondo, estos componentes poseen características, dimensiones y materiales que deben considerarse en la fabricación de los envases y a continuación se describen las características a tenerse en cuenta.

Mundo Latas Web lo describe:

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

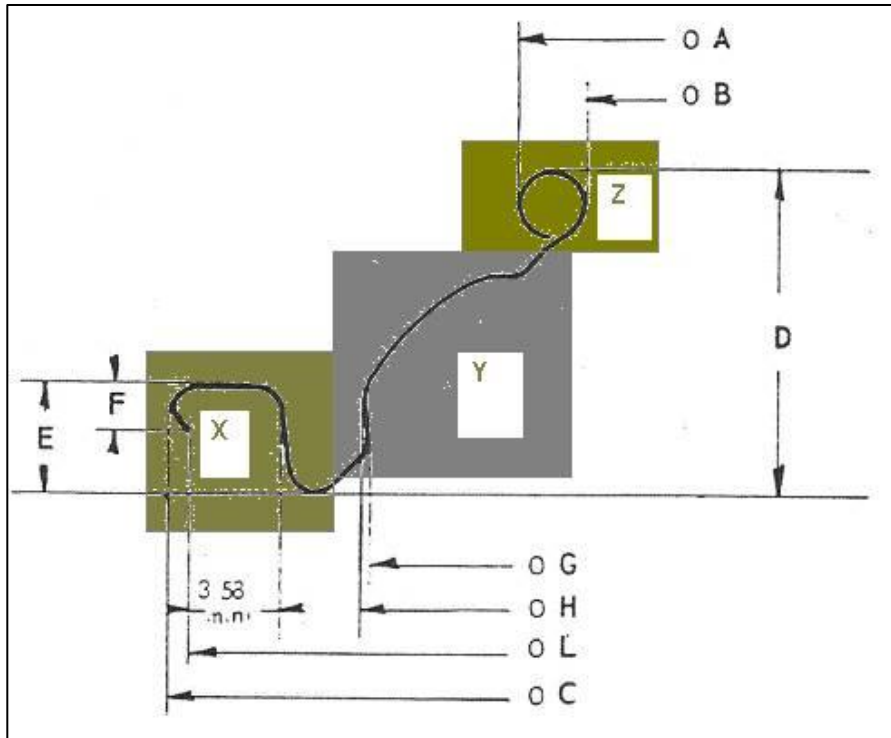
- Presentar una elevada resistencia a la presión interna.
- Servir de soporte a la válvula dosificadora.
- Utilizar como anclaje al tapón de plástico.
- Dar una configuración estéticamente agradable al conjunto.



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. (Mundo Latas Web, s.f., “Cúpulas de aerosoles”, párr. 3).

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



Fuente: Mundo Latas Web. *Cúpulas de aerosoles*. Consultado el 22 de abril de 2017.  
Recuperado de <https://mundolatas.com/cupulas-de-aerosoles/>

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. En la actualidad, casi en su totalidad se fabrican del tipo entallados, es decir con ambos extremos reducidos.

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

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

Fuente: Mundo Latas Web. *Cúpulas de aerosoles*. Consultado el 22 de abril de 2017.

Recuperado de <https://mundolatas.com/cupulas-de-aerosoles/>

Existen cinco diámetros diferentes de cúpulas en el mercado. El diámetro es menor que el del fondo del envase 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.

### **1.2.7. Descripción del proceso de ensamble de los envases aerosoles**

El proceso de ensamble de los envases en aerosoles es el siguiente:

- Conformación del cilindro o cuerpo del envase:

Se realiza una breve reseña histórica de la soldadura para aerosoles y describe lo siguiente:

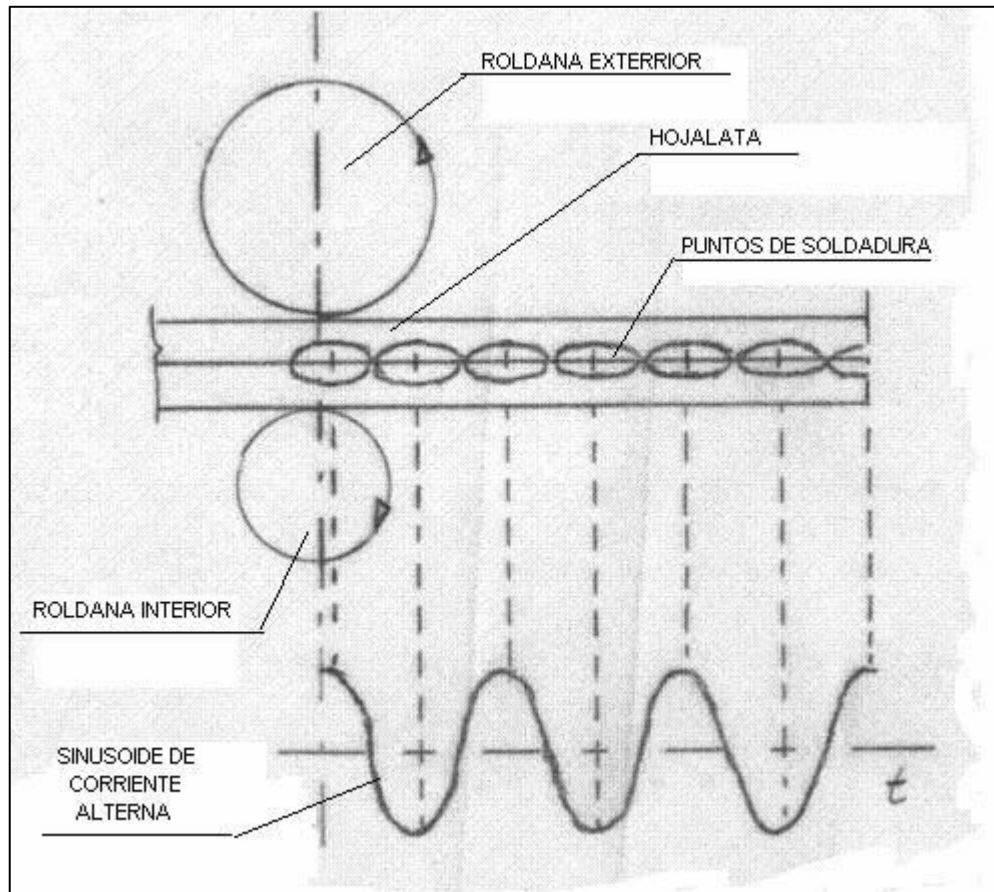
A mediados de la década de los 60, Soudronic había introducido máquinas totalmente automáticas para la producción de cuerpos de latas de tamaño medio y grande. En 1969, la Compañía introdujo máquinas de más velocidad, para la fabricación de envases aerosol,

en 1975, con el sistema de soldadura por alambre “perfilado” (*wiremeshweldingsystem*) (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 2º, para achaflanar ligeramente el borde de la costura y así reducir el escalón y facilitar el re barnizado 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. (Mundo Latas Web, s.f., “Soldadura eléctrica”, párr. 5).

Figura 7. Esquema general de soldadura WIMA



Fuente: Mundo Latas Web. *Soldadura Eléctrica*. Consultado el 22 de abril de 2017. Recuperado de <https://mundolatas.com/soldadura-electrica/#:~:text=A%20mediados%20de%20la%20d%C3%A9cada,produciendo%20200%20unidades%20por%20minuto>

El proceso de fabricación de envases aerosoles es descrito por CUC (2005), en el cual establece las siguientes etapas:

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

Inmediatamente después de formados los cuerpos o cilindros, se pasan por un sistema de brochas que aplican el barniz de costura externo, al mismo tiempo que son pasados por una pistola de aspersión 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 es realizado por medio de los 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 las 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; lo llevan a cabo un par de matrices o *chucks* denominados pestañadores, estos 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. (p. 27).

La colocación del domo y fondo es una parte fundamental en el proceso de ensamble, un gran porcentaje de la calidad de los envases depende 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. Mundo Latas Web, cuenta con amplia experiencia en la teoría de cierres y su aplicación práctica por esta razón en su página web en la sección de teoría del cierre (s.f.), indica:

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 agrifado doble,

es decir genera una doble pared de seguridad. Su objetivo es obtener una junta totalmente estanca (párr. 2).

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.

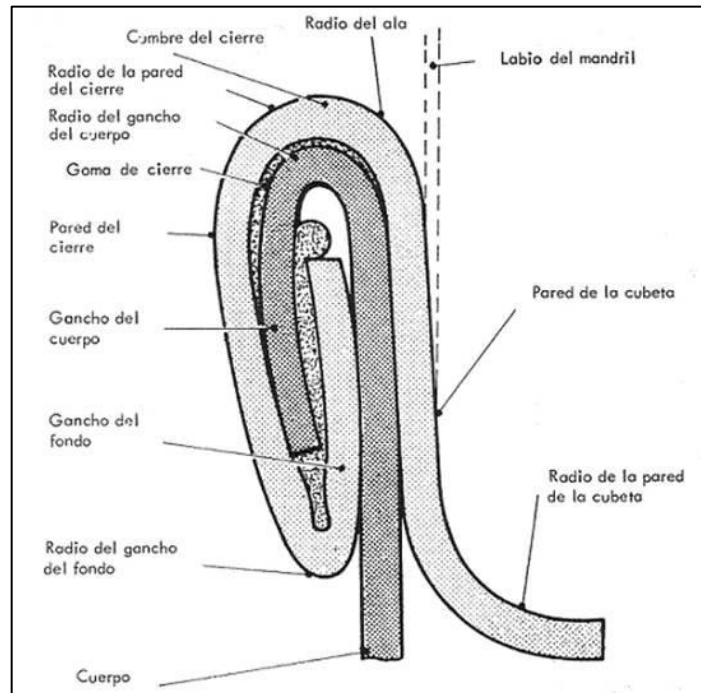
El mismo se lleva a cabo en unos equipos denominados cerradoras. De estas máquinas hay una gran variedad de diseños y capacidades, desde la más simple, de operación a mano, hasta las más complejas, automáticas a elevadas velocidades de producción.

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: Mundo Latas Web. *Teoría del cierre*. Consultado el 2 de abril de 2017. Recuperado de <https://mundolatas.com/teoria-del-cierre-1a-parte/#:~:text=Para%20conseguir%20la%20estanqueidad%2C%20se,el%20interior%20del%20cierre>

- 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 proceso de probado, ya que, como se dijo con anterioridad es un muestreo en línea (solo el 10 % del total de la producción es probado). La mayoría de los 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 termo encogibles, 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.

### **1.3. 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 (2017) lo 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.  
Tomado del manual de producción más limpia, (p. 2).

El Centro de producción más limpia de Panamá (2015), define también la producción más limpia de acuerdo con lo siguiente:

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. (s.p.).

### **1.3.1. Metodología de producción más limpia**

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (2007) establece la metodología de producción más limpia en los siguientes pasos:

- Colecta de datos - flujo de masa, flujo de energía, costos y seguridad: este 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, estos 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 (p. 29).

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.

### **1.3.2. Contaminación**

La Asociación Ecológica para el Reciclado de la Hojalata (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 agentes 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 él, 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. (Ecoaceros, 2015, p. 8).

### **1.3.3. Prevención de la contaminación**

Prevenir la contaminación se importante en la gestión de la producción más limpia, por lo que se hace referencia a 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. (Ecoaceros, 2015, párr. 3).

- 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. (Ecoaceros, 2015, párr. 4).





## **2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

De acuerdo con los objetivos de la investigación se desarrollan actividades que permitan conocer la situación de las líneas de producción de envases aerosoles y posteriormente analizar los factores que influyen en la generación de envases defectuosos en el proceso de fabricación.

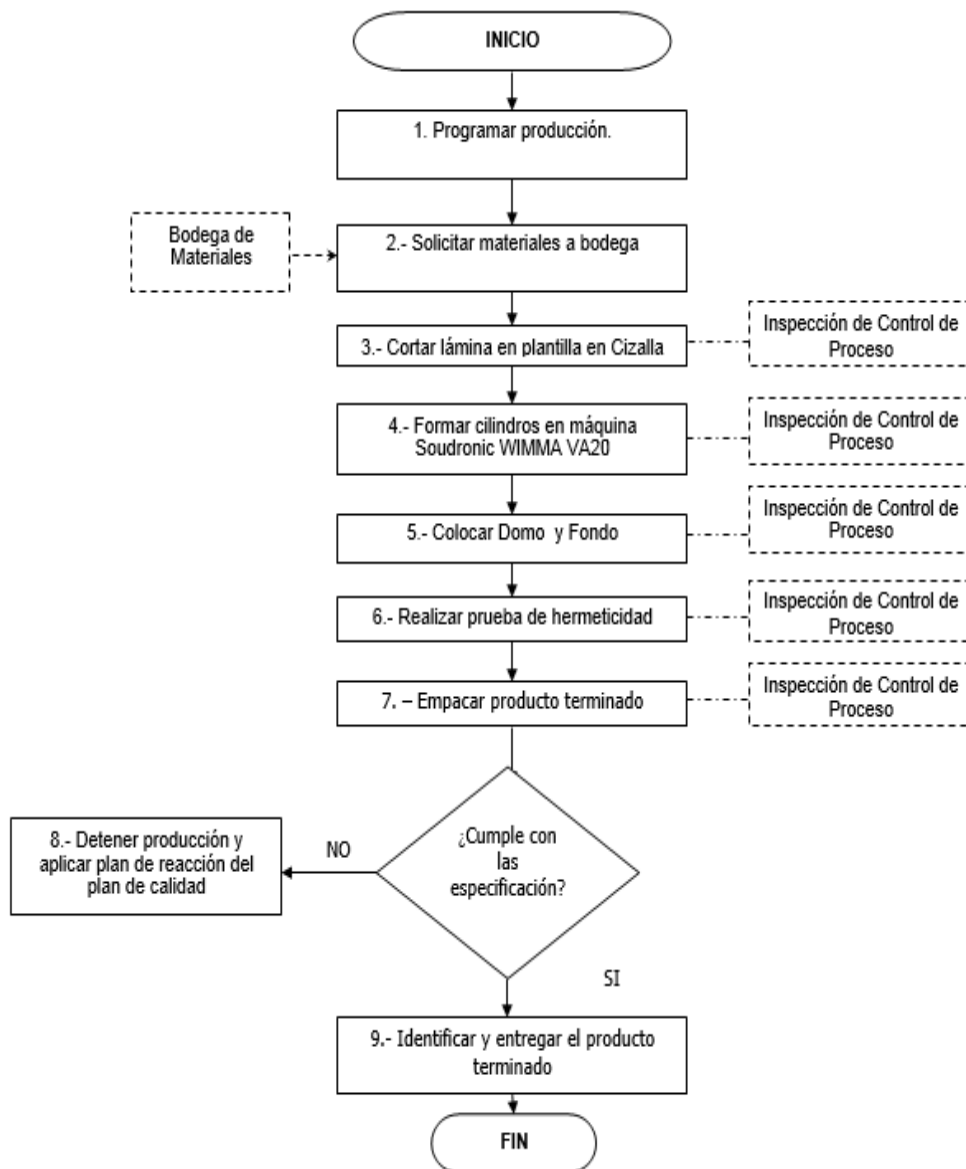
### **2.1. Investigación cualitativa**

En la investigación cualitativa, los esfuerzos se enfocaron en conocer la situación inicial de las líneas de producción, el instrumento cualitativo utilizado la observación estructurada o participante y las situaciones observadas son:

- Instalaciones de la empresa.
- Distribución de los ambientes de la empresa y específicamente de las líneas de producción de envases aerosoles.
- Infraestructura de la empresa, si es la más adecuada para un buen desenvolvimiento de los trabajadores.
- El proceso de producción.
- Tecnología utilizada, para apreciar con qué tipo de máquinas cuentan en las líneas de producción actualmente.
- Personal capacitado, si estos obtienen capacitaciones constantes.
- Los tipos de insumos y materiales que utilizan.
- El ambiente o clima laboral, si hay un trato cordial o situaciones que puedan afectar la producción.

Actualmente, el proceso de producción de envases aerosoles en Grupo Zapata sigue los siguientes pasos:

Figura 9. **Diagrama de proceso de fabricación de envases aerosoles**



Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

De acuerdo con el diagrama del proceso establecido a continuación se describen a detalle cada una de las actividades antes mencionadas.

Tabla IV. **Descripción de actividades del proceso de producción**

<b>PASO</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
1	<b>Gerente y/o Auxiliar de Producción</b>	Gerente y/o auxiliar de producción realizan programación de líneas de acuerdo con el
2	<b>Auxiliar de producción / Supervisor de línea</b>	De acuerdo con el producto a fabricar, el Auxiliar y/o supervisor de producción deberán solicitar a la Bodega de Materias Primas y Suministros los materiales necesarios para realizar el ensamble del producto programado.
3	<b>Operador Cizalla</b>	El operador realiza los ajustes de la máquina cizalla de bote aerosol para realizar el corte de la plantilla que se utilizará en la línea de ensamble.
4	<b>Operador de Soldadora</b>	El operador realiza los ajustes de la máquina formadora de bote aerosol para realizar el formado de cilindros de acuerdo con el programa de producción.
5	<b>Operador de cerradora</b>	El operador realiza los ajustes de la máquina de bote aerosol para realizar la colocación de los componentes (domo y fondo) en los cilindros de acuerdo con el programa de producción.
6	<b>Empacador</b>	El empacador realiza los ajustes de la máquina probadora de bote aerosol.

Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

Al conocer los pasos que sigue el proceso de producción, se analizaron los envases defectuosos generados en cada uno de los procesos, mediante la observación directa se detectó que durante el proceso de producción se realizan actividades y diferentes pruebas y análisis que aseguren la calidad de los envases.

Sin embargo, se observa que a diario se generan cantidades altas de envases defectuosos (desperdicio). Estos envases son trasladados a un acopio de desechos donde posteriormente un proveedor de extracción de desechos los retira de la planta.

Se presenta la imagen de una bolsa de envases defectuosos desechada durante un día normal de producción. Durante el día se generan varias bolsas llenas de envases defectuosos.

Figura 10. **Envases defectuosos en líneas de producción**



Fuente: Empresa Grupo Zapata, Guatemala, S.A.

Se presenta la imagen de una bolsa de envases defectuosos desechada durante un día normal de producción. Durante el día, se generan varias bolsas llenas de envases defectuosos. Las cantidades no se contabilizan y se mezclan los envases de todos los diseños.

Figura 11. **Envases defectuosos en líneas de producción**



Fuente: Empresa Grupo Zapata, Guatemala, S.A.

Se presenta la imagen de una bolsa de envases defectuosos desechada durante un día normal de producción. Durante el día, se generan varias bolsas llenas de envases defectuosos. Las cantidades no se contabilizan y se mezclan los envases de todos los diseños. Se genera desorden y una mala apariencia en las líneas de producción.

Figura 12. **Envases defectuosos en líneas de producción**



Fuente: Empresa Grupo Zapata, Guatemala, S.A.

Al realizar recorridos por la línea de producción se observa cómo las personas encargadas de realizar el empaque final de los envases tienen dudas al momento de encontrar algún defecto en los envases.

Los operadores de las máquinas en ocasiones se distraen y no verifican si los envases que se están produciendo cumplen con las especificaciones, sin embargo, es evidente que, constantemente, realizan las pruebas establecidas por el departamento de calidad. Estas pruebas de calidad permiten tener registros y poder garantizar al cliente la calidad de los envases. Se nota que las máquinas constantemente tienen atascos o paradas lo cual aumenta la generación de envases defectuosos.

En cuanto a las materias primas se realizó una revisión documental y se observa que se cuenta con procedimientos y análisis al ingreso de los materiales.

Los envases que son desechados representan gastos innecesarios para la empresa, el problema es que exactamente no se sabe en qué cantidad o porcentaje se generan, no se sabe de qué parte del proceso provienen.





### 3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1. Investigación cuantitativa

Se utiliza la técnica de observación estructurada y se registran los datos en el formato que se presenta en el apéndice 3. En esta parte de la investigación se obtienen los datos cuantitativos, es decir datos que servirán para generar un histórico del comportamiento de los factores que generan envases defectuosos en las líneas de producción.

Tabla V. **Desperdicio global por mes**

<b>Julio 2016</b>	
<b>Total de envases buenos</b>	318,465
<b>Desperdicio total</b>	9,872
<b>% de desperdicio total</b>	3.10 %

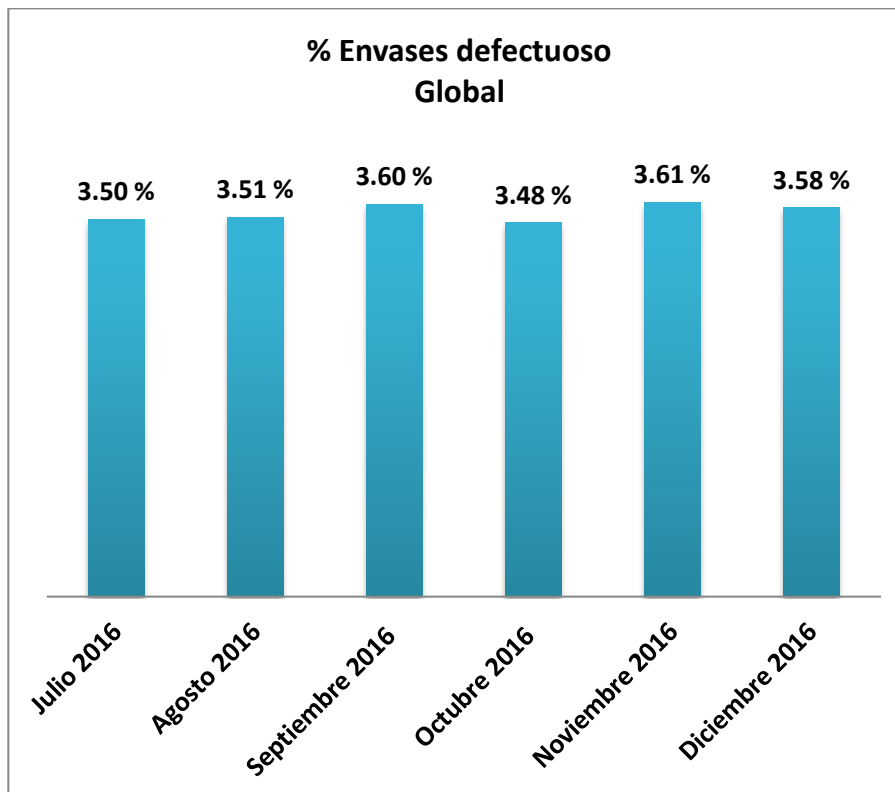
Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

Desde el mes de julio 2016 se inició con la recolección de las cantidades de envases defectuosos, se utilizó el formato presentado en el apéndice 3. La finalidad de la recolección de estos datos es observar el comportamiento del porcentaje de envases defectuosos en los últimos meses.

Los datos recolectados en el formato de control de desperdicio se tabularon y se ordenaron como se muestra en la tabla V. Los datos se evalúan

desde julio 2016 hasta diciembre de 2016. Los datos recolectados se presentan en la siguiente gráfica.

Figura 13. **Desperdicio global por mes**



Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

La producción de envases aerosoles se realiza en las líneas 2 y 3 de la empresa Grupo Zapata. En la figura 13 se observa el desperdicio generado por las líneas de producción, en promedio el porcentaje de desperdicio es de 3,55 %. Este porcentaje representa el desperdicio total de la planta sin embargo este porcentaje no es suficiente para poder establecer las causas principales que contribuyen a la generación del desperdicio.

Debido a que la empresa Grupo Zapata Guatemala cuenta con dos líneas de producción para envases aerosoles, se realizó la cuantificación del porcentaje de envases defectuosos generados para cada una de estas líneas.

Tabla VI. **Envases defectuosos línea 2 de producción**

<b>Julio 2016</b>				
<b>Línea de producción</b>	<b>Clave de rechazo</b>	<b>Motivo de rechazo</b>	<b>Cantidad de rechazo</b>	<b>% de rechazo</b>
<b>LÍNEA 2 AEROSOL</b>	RE04	Cuerpo rallado	2,100	24%
	RE14	Envase deforme	3,100	36%
	Re43	Golpe leve exterior	825	9%
	RP28	Pruebas de calidad	2,675	31%
<b>Total</b>			8,700	100%
<b>Total de envases buenos</b>			280,632	
<b>Porcentaje de desperdicio total</b>			3.10%	

Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

La tabla VI presenta el porcentaje de desperdicio global para la línea número dos de aerosoles, presenta la producción total durante el mes de julio, el porcentaje de desperdicio de acuerdo con el motivo de rechazo. Al realizar esta tabla se tiene una visión más clara de las causas principales de la generación de desperdicio.

Una tabla similar se elaboró para analizar el porcentaje de desperdicio, con la única variante: se analiza la línea número 3 de aerosoles.

Tabla VII. **Envases defectuosos línea 2 de producción**

<b>Julio 2016</b>				
<b>Línea de producción</b>	<b>Clave de rechazo</b>	<b>Motivo de rechazo</b>	<b>Cantidad de rechazo</b>	<b>% de rechazo</b>
<b>LÍNEA 3 AEROSOL</b>	RE04	Cuerpo rallado	650	42%
	RE14	Envase deforme	330	21%
	Re43	Golpe leve exterior	165	11%
	RP28	Pruebas de calidad	405	26%
<b>Total</b>			1,550	100%
<b>Total de envases buenos</b>			37,833	
<b>Porcentaje de desperdicio total</b>			4.10%	

Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

La tabla VII presenta el porcentaje de desperdicio global para la línea número dos de aerosoles, presenta la producción total durante el mes de julio, el porcentaje de desperdicio de acuerdo con el motivo de rechazo. Al realizar esta tabla se tiene una visión más clara de las causas principales de la generación de desperdicio.

Es importante mencionar que estas tabulaciones se realizan para los meses de julio a diciembre de 2016, se hizo notoria la variación del porcentaje de desperdicios para cada una de las líneas.

El histórico de los datos recolectados se presenta en la siguiente tabla con la finalidad de realizar una comparativa y establecer posibles causas que influyen en la generación de envases defectuosos.

Tabla VIII. **Histórico del porcentaje de desperdicio para las líneas 2 y 3**

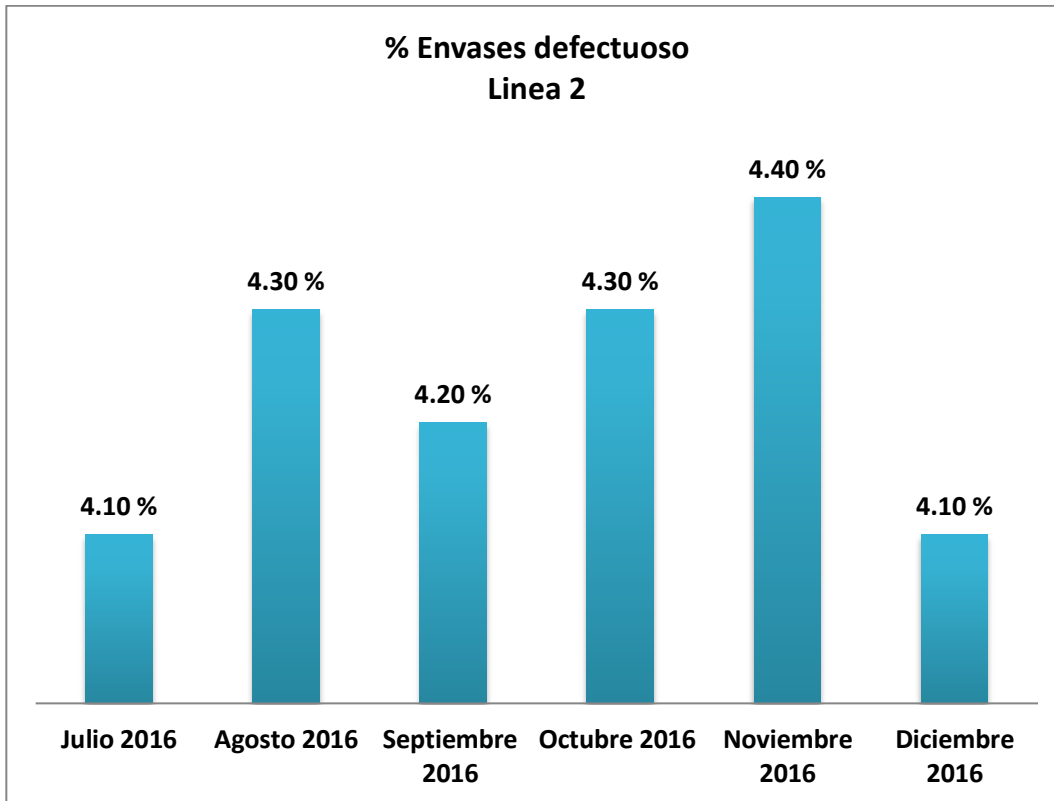
<b>Mes</b>	<b>Porcentaje de desperdicio</b>	
	Línea 2	Línea 3
<b>Julio 2016</b>	3.30 %	4.10 %
<b>Agosto 2016</b>	3.25 %	4.30 %
<b>Septiembre 2016</b>	3.40 %	4.20 %
<b>Octubre 2016</b>	3.20 %	4.30 %
<b>Noviembre 2016</b>	3.35 %	4.40 %
<b>Diciembre 2016</b>	3.40 %	4.10 %

Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

Para realizar un análisis más profundo se cuantificaron las cantidades de envases defectuosos para cada una de las líneas de producción de aerosoles. Al observar estos resultados se nota que la línea 3 de producción de aerosoles tenía porcentajes de desperdicio por arriba de del 4 %.

Llegando hasta un 4,40 % en el mes de noviembre de 2016, mientras que en la línea de producción 2 se alcanzan valores en el porcentaje de desperdicio del 3,40 %.

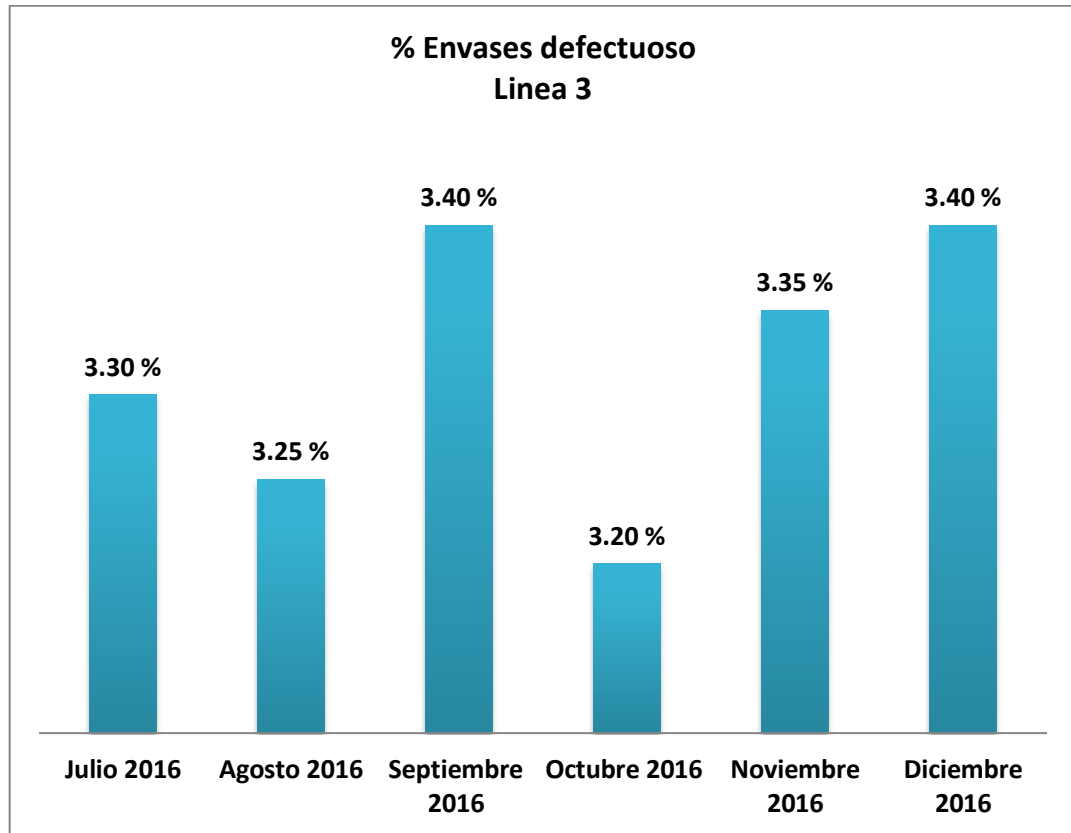
Figura 14. Desperdicio global: línea 2



Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

La figura 14 muestra el histórico del porcentaje de desperdicio para la línea número 2. Esta gráfica permite observar que la línea 2 genera un porcentaje de desperdicio desde el 4,1 % hasta el 4,4 %.

Figura 15. **Desperdicio global: línea 3**

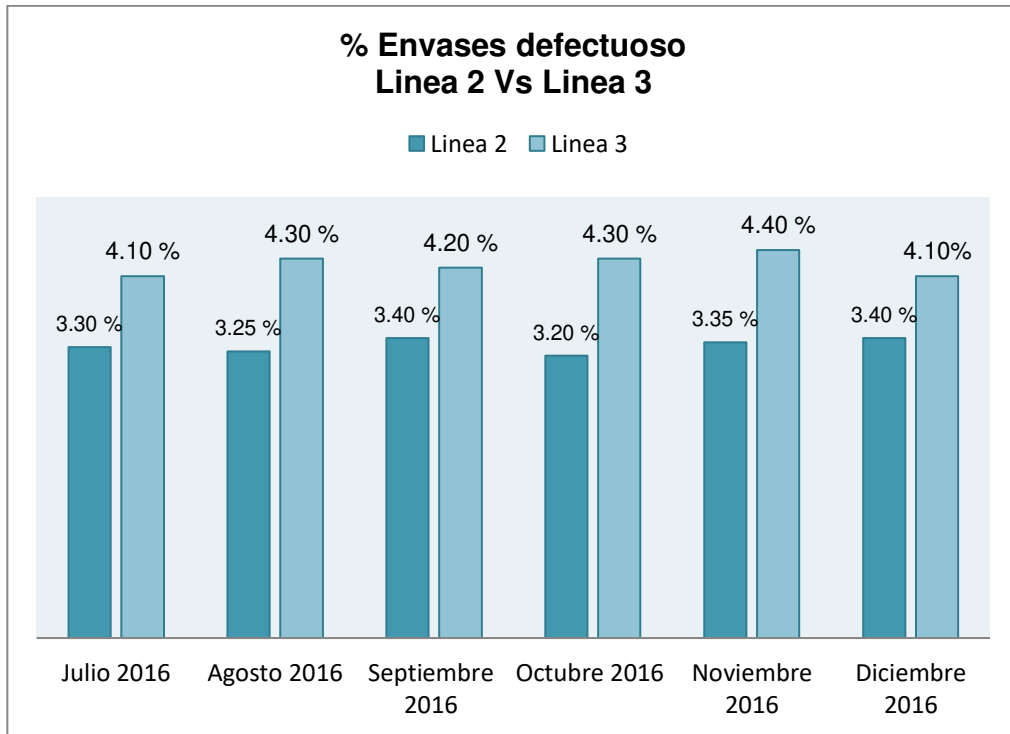


Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

La figura 15 muestra el histórico del porcentaje de desperdicio para la línea número 3. Esta grafica permite observar que la línea 3 genera un porcentaje de desperdicio desde el 4,2 % hasta el 3,4 %.

Los datos presentados en las figuras 14 y 15 se graficaron y se presentan en la siguiente imagen. Estos datos se graficaron en una sola imagen con el propósito de realizar una comparación de las dos líneas de producción de envases aerosoles.

Figura 16. **Desperdicio global: línea 2 vs línea 3**



Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

En la figura 16 la gráfica muestra una comparación en la que se puede observar que la cantidad de envases defectuosos generados por cada una de las líneas de producción tienen una diferencia marcada, rápidamente se puede establecer que la línea 3 presenta un mayor porcentaje de envases defectuosos.

Al conocer esta variación se realizan planes de acción para atender con mayor prioridad la línea número tres, para poder regularizar las dos líneas de producción y posteriormente realizar las mejoras necesarias y disminuir el porcentaje de desperdicio global.



Continuando con la búsqueda de fuentes de variación y buscando la causa raíz de la generación de envases defectuosos se analizó el porcentaje de desperdicio de acuerdo con el tamaño de los envases:

La empresa Grupo Zapata produce envases en 3 diámetros (Ø) diferentes: Ø 202, Ø 205 y Ø 211 los datos recolectados se clasificaron y tabularon de acuerdo con el diámetro y se muestran en las siguientes tablas gráficas.

Tabla IX. **Porcentaje de desperdicio por diámetro línea 2**

<b>Línea 2</b>	<b>Producción buena</b>	<b>Envases con defectos</b>	<b>Porcentaje de desperdicio</b>
<b>Ø 202</b>	75,032	4,675	6.23 %
<b>Ø 205</b>	-	-	0.00 %
<b>Ø 211</b>	1,247,336	25,050	2.01 %

Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

La tabla IX representa el porcentaje de desperdicio para cada uno de los diámetros de envase fabricados en la línea número 2, en la atabla se observa que el envase con diámetro 202 genera un 6,23 % de desperdicio. Se puede observar en esta tabla que el envase diámetro 211 es el más producido en la línea 2 mientras que por algún motivo el envase diámetro 205 no se produce en esta línea.

Tabla X. **Porcentaje de desperdicio por diámetro línea 3**

<b>Línea 2</b>	<b>Producción buena</b>	<b>Envases con defectos</b>	<b>Porcentaje de desperdicio</b>
<b>Ø 202</b>	75,032	4,675	6.23 %
<b>Ø 205</b>	-	-	0.00 %
<b>Ø 211</b>	1,247,336	25,050	2.01 %

Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

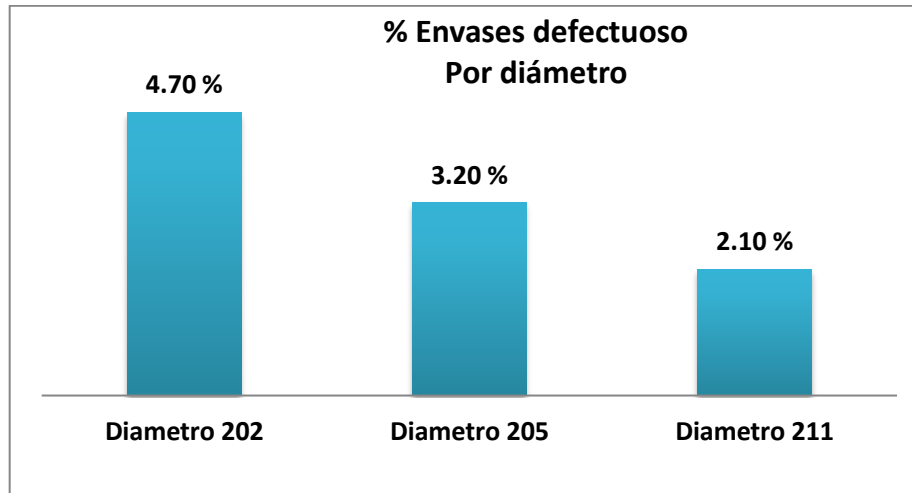
La tabla X representa el porcentaje de desperdicio para cada uno de los diámetros de envase fabricados en la línea número 3, en la atabla se observa que el envase con diámetro 202 genera un 4,48 % de desperdicio. Se puede observar en esta tabla que el envase más diámetro 202 es el más producido en la línea 3, generando un 2 % menos de desperdicio en comparación con la línea 2.

Tabla XI. **Porcentaje de desperdicio por diámetro global**

<b>Global</b>	<b>Producción buena</b>	<b>Envases con defectos</b>	<b>Porcentaje de desperdicio</b>
<b>Ø 202</b>	602,682	28,325	4.70%
<b>Ø 205</b>	289,577	9,280	3.20%
<b>Ø 211</b>	1,343,492	28,172	2.10%

Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

Figura 17. **Desperdicio global por diámetro**



Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

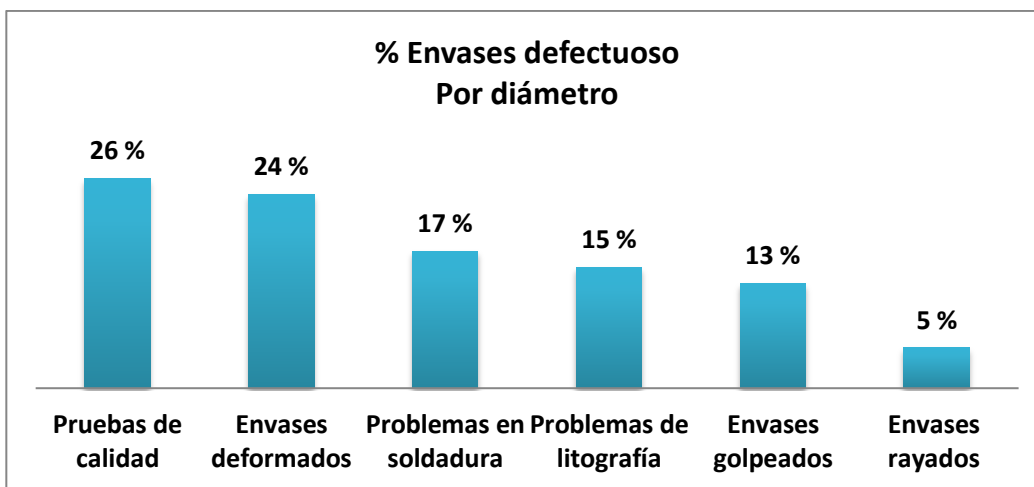
La tabla XI y la figura 17 representan el porcentaje de desperdicio para cada uno de los diámetros de envase fabricados. Esta tabla representa el porcentaje de desperdicio generado globalmente por las líneas de producción. En la tabla se ordenan de acuerdo con el porcentaje generado. Al observarla se definen las prioridades para los planes de acción que deben generarse de acuerdo con el tamaño del envase.

Tabla XII. **Porcentaje de causas de defectos**

<b>Defectos</b>	
<b>Pruebas de calidad</b>	26 %
<b>Envases deformados</b>	24 %
<b>Problemas en soldadura</b>	17 %
<b>Problemas de litografía</b>	15 %
<b>Envases golpeados</b>	13 %
<b>Envases rayados</b>	5 %
<b>Total</b>	100 %

Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

Tabla XIII. **Porcentaje de las causas de defectos**

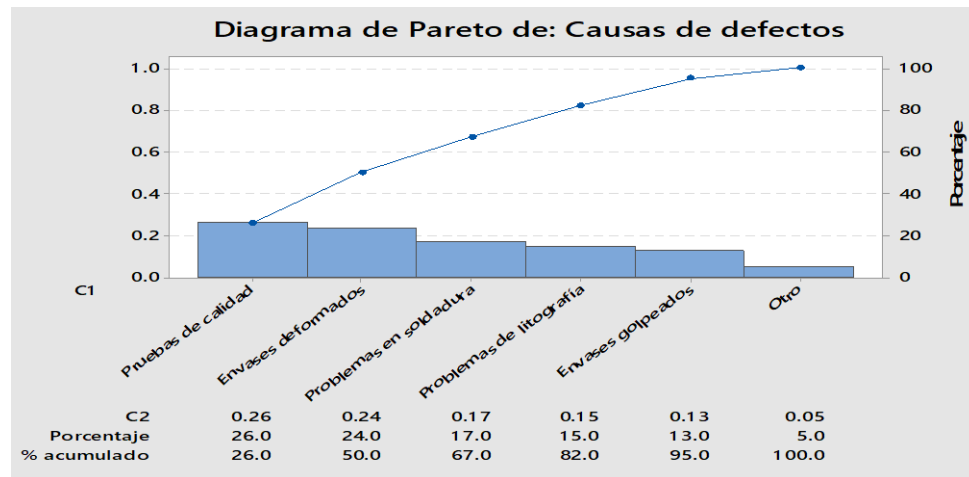


Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

La tabla XII y la figura 18 representan el porcentaje de desperdicio para cada uno de los defectos. Esta tabla representa el porcentaje de desperdicio generado globalmente en las líneas de producción.

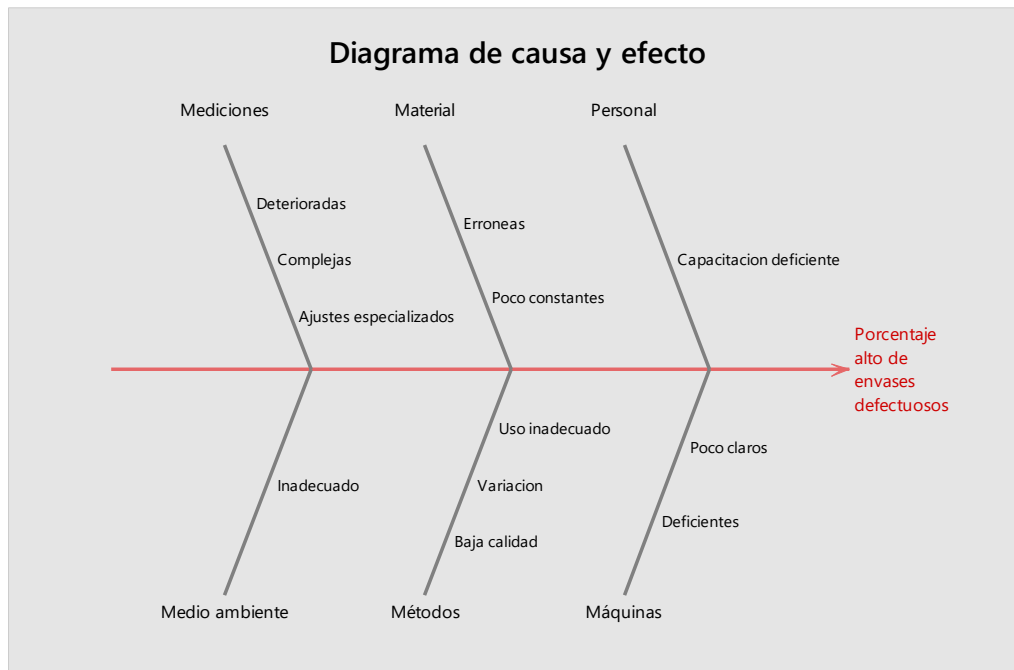
En la tabla se ordenan de acuerdo con el porcentaje generado. Al observarla se definen las prioridades para los planes de acción que deben generarse según la descripción de defecto generado.

Figura 18. Pareto de las causas de defectos



Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

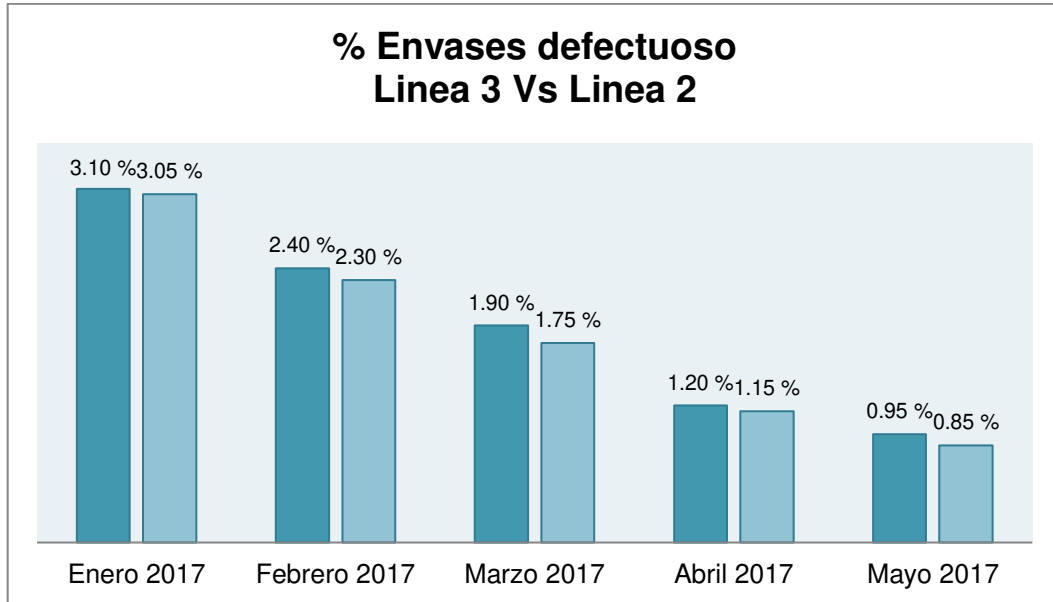
Figura 19. Diagrama de causa y efecto



Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

En las figuras 19 Y 20 se observa el diagrama de Pareto y el diagrama de Ishikawa, estos diagramas se utilizaron para el análisis y estratificación de las causas que generan desperdicio en las líneas de producción. Estos diagramas se utilizaron en los grupos y técnicas de resolución de problemas para analizar cada uno de los factores previamente descritos con la finalidad de encontrar las causas raíz de la generación de desperdicio y además se establecieron prioridades para los planes de acción de deben generarse para poder reducir los porcentajes de envases defectuosos.

Figura 20. **Resultados obtenidos**



Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

En la figura 21 se muestran los resultados obtenidos después de implementar las acciones presentadas. En el siguiente capítulo se presentan a detalle las acciones implementadas. Esta grafica muestra que el porcentaje de desperdicio se mantiene constante en las dos líneas de producción y que ha disminuido constantemente.





## 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al realizar la evaluación de la situación actual de la línea de producción de envases aerosoles en la empresa Grupo Zapata Guatemala se pudo analizar los factores que influyen en la producción de envases defectuosos en las líneas de aerosoles. Los factores que contribuyen a la generación de envases defectuosos son: las materias primas, las máquinas y la mano de obra. Posteriormente, se establecieron mejoras en el proceso, las cuales se basaron en la metodología de producción más limpia. Esta metodología brinda las herramientas y la secuencia de las actividades desde el análisis inicial hasta la propuesta de las mejoras y las acciones correctivas que ayudarán a reducir las cantidades de envases defectuosos generados en el proceso de fabricación de envases aerosoles.

Al determinar las acciones mencionadas se cumple con los objetivos establecidos en la investigación.

En los resultados que se visualizan en la figura 16 se indica una variación notable entre las dos líneas de producción, cuando se consideraba que las dos líneas tienen las mismas características y no debía haber variación. Estos resultados evidenciaban la necesidad de investigar con más detalle las posibles variaciones o causas que generan el desperdicio en las líneas de producción.

La segmentación de los resultados facilita el análisis y se pueden tomar en cuenta factores que no se tenían considerados. Por esta razón se segmenta el porcentaje de envases defectuosos generados de acuerdo con su tamaño.

Al observar el porcentaje de desperdicio de acuerdo con el tamaño de los envases, se determina que los envases de diámetro 202 son los causantes del mayor porcentaje de desperdicio. Aunque el tamaño del envase sea el mismo, se genera más desperdicio únicamente al cambiar de línea de producción. Estos datos se tomaron en cuenta al realizar las acciones para reducir el desperdicio.

Los resultados de esta investigación se obtuvieron por medio de la observación directa, visitas guiadas en las zonas de producción. También se recolectaron datos que se evidencian en los formatos de control de la producción, fotografías y grabaciones realizadas durante la investigación.

Los datos se recolectaron directamente de las líneas de producción, los empacadores recolectaron los datos y los anotaron en el formato establecido para este fin. Estos formatos fueron revisados por el supervisor de línea y posteriormente digitalizados, tabulados y analizados por el investigador, por esa razón, se puede confiar en los datos obtenidos y se establece que son válidos para su análisis.

Durante el proceso de recolección de datos se tuvieron ciertas limitaciones debido a que el conteo y cuantificación de envases defectuosos conlleva la asignación de una persona por línea para realizar el conteo además de del tiempo requerido.

Inicialmente la cantidad de envases defectuosos se determinaba al finalizar el turno de producción, en este momento los envases se encontraban mezclados, por lo que se complicaba su selección, por ello, el conteo se realizó a cada hora. De esta manera se contó con datos reales.

Estas limitaciones no afectaron la validez en la investigación porque se corrigieron cuando se presentaron, así se obtuvieron datos fiables.

En la empresa Grupo Zapata Guatemala se realizó la investigación enfocándose en la línea de producción de envases aerosoles, sin embargo, la empresa cuenta con dos líneas de producción adicionales: la línea de envases para alimentos y la línea de envases para pintura. Dada la similitud de las máquinas de producción y la similitud de las materias primas utilizadas estos resultados o esta metodología pueden aplicarse a las otras líneas de producción de la empresa.

En el ámbito nacional e internacional hay empresas que se dedican a la producción de envases de hojalata. Dadas las herramientas utilizadas para el análisis de datos, estos resultados pueden tomarse como referencia para futuras investigaciones en otras plantas de producción, no obstante, Quintero (2009), realizó su tesis en una planta de “producción de aerosoles que utiliza como materia prima el aluminio” (p. 2).

Dicha investigación enfoca el análisis de los envases aerosoles, sin embargo, usan el aluminio para los aerosoles y los procesos son diferentes. Las materias primas utilizadas cambian de manera significativa, por lo cual los resultados obtenidos en esta investigación no son aplicables a la empresa que utilizan el aluminio como materia prima principal

Alvarado (2011), en su tesis de maestría en Ingeniería Industrial, analiza los tipos de desperdicios existentes y hace referencia a una serie de técnicas y herramientas que pueden utilizarse para la reducción de desperdicios. Al comparar los resultados se observa que son muy similares y las técnicas

utilizadas o acciones correctivas para reducir los desperdicios son parecidas lo que da fiabilidad a la investigación.

En los resultados obtenidos se alcanza una reducción del 2 % del desperdicio total de los envases defectuosos, este 2 % representa un total de 45,000 envases en los últimos 6 meses lo que representa en costos un aproximado de Q. 375.000.

Para la empresa Grupo Zapata es importante reducir el desperdicio. El plan contemplaba una propuesta, sin embargo, el análisis de las causas que generan un el desperdicio en el proceso exige la implementación de medidas para reducir el desperdicio de forma inmediata.

La metodología de producción más limpia reduce desperdicios, con base en la aplicación de estrategias de mejora continua que constantemente aumenten la calidad del proceso productivo. Luego de analizar los datos obtenidos en el capítulo anterior se presentan acciones correctivas a los problemas detectados con la finalidad de eliminar las causas raíz de la generación de envases defectuosos.

De acuerdo con los pasos establecidos por la metodología de producción limpia, en el capítulo dos se obtuvieron y analizaron datos para detectar las posibles causas o fuentes de generación de envases defectuosos. Después de observar los datos obtenidos se inician las mejoras para disminuir las cantidades de envases defectuosos. Como lo indica la metodología de producción más limpia, constantemente, se deben analizar los procesos y proponer acciones que reduzcan el desperdicio desde el origen y no buscar soluciones al final del tubo.

Después del análisis de datos realizado se establece que las materias primas, la maquinaria y la mano de obra son los principales factores que influyen en la generación de envases defectuosos.

#### **4.1. Producción más limpia para reducir la cantidad de envases defectuosos**

Considerando los resultados obtenidos en la investigación, se presenta una serie de actividades e implementaciones que se realizaron como parte de la metodología de producción más limpia. A continuación, se describen las medidas establecidas que ayudarán a la reducción de desperdicios en las líneas de producción.

##### **4.1.1. Mejoras en las materias primas**

Considerando que en la figura 17, el diagrama de causa y efecto determina que una de las fuentes de variación y generación de envases defectuosos es la materia prima, a continuación, se presentan las acciones para mejorar el proceso.

Cuando las materias primas ingresan a Grupo Zapata Guatemala, no se realiza ninguna inspección. Por ello, ocasionalmente, ingresan al proceso de producción materias primas que no cumplen con los requerimientos de calidad y generan envases defectuosos que se descartan en el trayecto del proceso productivo. Para reducir la generación de envases defectuosos debido a la mala calidad o variación en las materias primas se establecen especificaciones que deberán verificarse cuando ingresen las materias primas:

Tabla XIV. **Características de inspección para la hojalata**

<b>HOJALATA</b>	<b>Características</b>	<b>EQUIPO</b>
<b>Variables</b>	Margen interior	Escantillón
	Margen exterior	Escantillón
	Espesor	Micrómetro de Puntas
	Longitud	Cinta Calibrada
	Ancho	Cinta Calibrada
<b>Atributos</b>	Grasa	Visual
	Oxidación	Visual
	Ralladuras Internas	Visual
	Ralladuras Externas	Visual
	Material de empaque	Visual
	Márgenes o reservas	Visual

Fuente: elaboración propia.

La hojalata es la materia prima que se utiliza en mayor cantidad. Por eso es importante asegurar que cuando se utilice en el proceso productivo se encuentre en condiciones adecuadas. Además de los aspectos mencionados en la tabla XII, se debe ordenar la hojalata y utilizarla de manera que la variación por cambiar de una hojalata a otra sea mínima.

Figura 21. **Ordenamiento de la hojalata de acuerdo con las características**



Fuente: Empresa Grupo Zapata, Guatemala, S.A.

La figura 22 muestra las etiquetas que se le coloca a los bultos de hojalata. En la etiqueta se coloca un número que indica el orden de uso de los materiales. El orden se estableció después de realizar la inspección al recibo de la hojalata y al analizar las variables que podrían afectar en el proceso productivo.

Figura 22. **Ordenamiento de la hojalata de acuerdo con las características**



Fuente: Empresa Grupo Zapata, Guatemala, S.A.

La figura 22 muestra las etiquetas que se le coloca a los bultos de hojalata. En la etiqueta se coloca un número que indica el orden de uso de los materiales. El orden se estableció después de realizar la inspección al recibo de la hojalata y al analizar las variables que podrían afectar en el proceso productivo.

El domo y fondo son materias primas de alta importancia en el proceso de producción de los envases aerosoles, de acuerdo con los datos recolectados y según la figura 15 un alto porcentaje de envases defectuosos son generados por envases rayados o golpeados, en ocasiones estos envases rechazados no se generaron en el proceso de producción sino era un defecto de la materia prima, por eso la importancia de revisar las características mostradas en la tabla XIV y XV.



Tabla XV. **Características que medir para los domos**

<b>DOMO</b>	<b>Características</b>	<b>EQUIPO</b>
<b>Variabes</b>	Diámetro Exterior	Vernier
	Altura del curling	Vernier
	Grosor rizo a 20 grados	Micrómetro de rizo
	Diámetro exterior boquilla	Vernier
	Diámetro interior boquilla	Vernier
	Altura Total	Altímetro digital
	Profundidad Countersink	Medidor de Profundidad
<b>Atributos</b>	Grasa	Visual
	Oxidación	Visual
	Ralladuras Internas	Visual
	Ralladuras Externas	Visual
	Golpes o abolladuras	Visual
	Material empaque	Visual

Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

Tabla XVI. **Características que medir para los fondos**

<b>FONDO</b>	<b>Características</b>	<b>EQUIPO</b>
<b>Variables</b>	Diámetro exterior	Vernier
	Altura del <i>curling</i>	Vernier
	Altura total de la unidad	Altímetro digital
	Profundidad Countersink	Medidor de Profundidad
<b>Atributos</b>	Grasa	Visual
	Oxidación	Visual
	Ralladuras internas	Visual
	Ralladuras externas	Visual
	Golpes o abolladuras	Visual
	Material empaque	Visual

Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

Otro material de alta importancia en el proceso de fabricación de envases aerosoles es el alambre de cobre. De la buena calidad de este material depende la integridad de la soldadura de los envases, por tal motivo es importante analizar la calidad de este material antes de su utilización en el proceso productivo.

Las características por medir en el alambre de cobre son las siguientes:

Tabla XVII. **Características que medir para el alambre de cobre**

<b>FONDO</b>	<b>Características</b>	<b>EQUIPO</b>
<b>Variables</b>	Diámetro exterior	Vernier
	Altura del <i>curling</i>	Vernier
	Altura total de la unidad	Altímetro digital
	Profundidad Countersink	Medidor de Profundidad
<b>Atributos</b>	Grasa	Visual
	Oxidación	Visual
	Ralladuras internas	Visual
	Ralladuras externas	Visual
	Golpes o abolladuras	Visual
	Material empaque	Visual

Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida de empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

En el proceso de producción de los envases aerosoles se utilizan otras materias primas, sin embargo, después de realizar el análisis de causa y efecto, la hojalata, el alambre de cobre, el domo y el fondo son los componentes o materias primas que tienen más impacto en proceso de fabricación.

Con estas evaluaciones se logró que estas materias primas fueran inspeccionadas desde el momento que ingresan a la planta. En caso de encontrarse defectos o variaciones en la materia prima, inmediatamente se realiza una notificación al proveedor para que realice los cambios pertinentes, además se notifica al supervisor de producción para que realice los ajustes requeridos si es necesaria la utilización inmediata de las materias primas.

#### **4.1.2. Mejoras en la maquinaria**

Al analizar la figura 16, en la que se compara el porcentaje de envases defectuosos de la línea 2 vs la línea 3 se establece que la línea 3 genera un porcentaje más alto de envases defectuosos, al analizar a detalle se verificó que los parámetros son los mismos para ambas líneas, es decir, es el mismo funcionamiento y las mismas máquinas.


Al buscar las fuentes de variación se obtuvo que el personal que opera en cada una de las líneas puede afectar la eficiencia y el porcentaje de envases defectuosos generados.

Otro factor que se pudo determinar fue el mantenimiento preventivo realizado a la maquinaria, al buscar los registros de mantenimiento realizado se determinó que las actividades de mantenimiento nos son las mismas para las dos líneas de producción, también se determinó que las labores de mantenimiento no tienen la misma frecuencia.

Por razones de disponibilidad, o carga de trabajo, la maquinaria de la línea 3 está deteriorada y presenta variabilidad en el proceso de producción causado por variaciones en el mantenimiento preventivo.

Como una acción correctiva inmediata se solicitó y realizó un mantenimiento mayor, dando prioridad a la maquina cerradora de la línea 3. Se dio prioridad a la línea 3 que es la que más envases defectuosos genera mensualmente, a continuación, se presenta la orden de trabajo y las actividades realizadas.

Figura 23. Orden de trabajo para mantenimiento de equipos



**GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.**

MANTENIMIENTO

Orden de Trabajo

FMT-037  
Rev. 04

Folio: **000000**

del 1-Feb-2017 al 28-Feb-2017

Responsable: **GUSTAVO TRUJILLO**  
 Generó: **CARLOS JIMENEZ**  
 Revisó: **ING. MAYNOR MOGOLLON**  
 Autorizo: **ING. MAYNOR MOGOLLON**

Duración aproximada: **132h 0m**  
 Fecha y hora de recepción de la OT:  
 Fecha y hora de devolución de la OT:

---

PPG

Localización: \ PPG \ Líneas de ensamble \ Línea #3 \ Cerradora Lanico BF-280 AE  
 Centro de costo: P036C021 Aerosoles/Fondos/Domos

**Actividades no rutinarias**

**Mantenimiento Anual a Cerradora Lanico BF-280 AE**

Solicitante: <b>Depto. Mantenimiento</b>	Tipo de trabajo: <b>Correctivo</b>
Fecha de notificación: <b>06/02/2017 07:00</b>	Prioridad: <b>Media</b>
Duración aproximada: <b>132 h 00 m</b>	Clasificación 1: <b>Correctivo</b>
Requiere paro: <b>Si</b>	Clasificación 2: <b>Equipos</b>

Observaciones:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
						✓											✓														

Fecha y hora de inicio: 7/2/17 7:00      Fecha y hora de terminación: 18/2/17 14:00

Tiempo invertido en el trabajo: 99 hrs.

Procedimiento realizado: Fabricación de bujes de pestaniado,  
cerrado y mecanismo de alimentación de componente, cambio  
de cojinetes 4910, 5910, Moquid 15 y 17.  
Se trabajo unicamente lado de domo, pendiente  
reparar lado de fondo  
Queda lista.

  
 G. Trujillo

Fuente: Departamento de Mantenimiento Empresa Grupo Zapata Guatemala S.A. de C.V.

Continuando con el análisis de las causas que generan envases defectuosos se revisan las tablas VIII, IX y X. Al analizar estas tablas se establece que el diámetro de los envases por producir afecta considerablemente el rendimiento de la línea de producción. Se determinó que determinados diámetros generan menos desperdicio en una línea específica. Para corregir esta situación es necesario un análisis más profundo, sin embargo, para contribuir inicialmente a la reducción del desperdicio se establece para cada una de las líneas un diámetro de envases específico, determinado de la siguiente tabla:

Tabla XVIII. **Asignación de producción**

<b>Ø Envase</b>	<b>Línea de producción</b>
<b>Ø 202</b>	Línea 3
<b>Ø 205</b>	Línea 3
<b>Ø 211</b>	Línea 2

Fuente: elaboración propia.

Esta asignación reduce los cambios en la línea 2 de producción debido a que los resultados de la tabla VIII y IX, permiten saber que los envases Ø 211 son los más producidos. Cuando su producción se asigna solo a la línea 2 se reduce el desperdicio.

Además, en estas tablas se observa que producir el envase Ø 202 en la línea 2 genera un elevado porcentaje de envases defectuosos, por este motivo se debe producir en la línea 3.

Esta asignación se realiza para reducir la cantidad de envases defectuosos.

### 4.1.3. Mejoras en la mano de obra

Por medio de la observación directa se detectó que varios operadores de las líneas de producción no saben detectar con exactitud la calidad de los envases defectuosos.

Se capacitó al personal utilizando el manual de defectos presentado en el apéndice 5.

Por medio de la observación directa, se determinó que a los operadores se les dificulta empacar los envases porque la tarima es inestable. Por ello, se propuso estabilizarla con cajones. De esta manera se reducen los envases defectuosos generados al final de la producción.

Figura 24. Método de paletizado normal



Fuente: Empresa Grupo Zapata, Guatemala, S.A.

La figura 25 muestra la forma que se utilizaba para el paletizado de los envases. La inestabilidad de la tarima provocaba que se golpearan constantemente y aumentara la cantidad de envases defectuosos.

Figura 25. **Método de empaque propuesto**



Fuente: Empresa Grupo Zapata, Guatemala, S.A.

La figura 26 muestra la forma implementada para la el paletizado de los envases. Se fabricó un tipo de cajón que reduce la inestabilidad de la tarima y evita que los envases se golpeen, con lo cual disminuyó la generación de envases defectuosos, además se facilitó el empaque a los operarios.

Por último, para el desperdicio generado por pruebas destructivas de calidad y el resto de desperdicio que aún no se puede eliminar se realiza el proceso de compactado en una maquina designada para este proceso y, posteriormente, realizar su venta a fundidoras de metal.



Figura 26. **Compactado de desperdicio**



Fuente: Empresa Grupo Zapata, Guatemala, S.A.

La figura 27 muestra el área donde se almacenan los envases ya compactados, el área se encuentra limpia y ordenada.



## CONCLUSIONES

1. Se evaluó la situación inicial de la línea de producción de envases aerosoles. Se encontró que diariamente se generan grandes cantidades de envases defectuosos. Estos envases se depositan en contenedores y bolsas y al final del día se trasladan a un centro de acopio general de desechos. Durante el día estos envases se mantienen desordenados y generan un mal aspecto en las líneas de producción. Los envases defectuosos son trasladados al acopio general todos los días sin embargo no se cuantifican y no se sabe con certeza en que parte del proceso se genera o cuáles son las causas principales de la generación de envases defectuosos. El análisis cuantitativo y la recolección de datos contribuyeron significativamente para tomar decisiones y acciones que permitieron mejorar la situación de la empresa.
2. Con el análisis de los datos recolectados se establecieron porcentajes e indicadores que mostraban ciertas variaciones en el proceso productivo, utilizando técnicas de resolución de problemas y herramientas, como Pareto e Ishikawa se determinó que los factores que más influyen en la generación de envases defectuosos son: las materias primas, el estado la maquinaria y el factor humano, al conocer estos factores se inicia la implementación de acciones correctivas y acciones de mejora continua que permitan la reducción del porcentaje de envases defectuosos.
3. Utilizando la metodología de producción más limpia se determinó que se debe: 1) Capacitar al personal operativo en temas de operación de maquinaria y procedimientos adecuados para realizar los ajustes en caso

se presenten defectos en los envases. 2) Elaborar un manual de los posibles defectos que pueden presentarse en los envases, para que el personal posea claridad en cuanto a los criterios de aceptación o rechazo de los envases. 3) Programar el mantenimiento preventivo de las líneas de producción de acuerdo con las horas de trabajo y así asegurar la disponibilidad de la maquinaria y el buen funcionamiento de estas. 4) Verificar la calidad en las materias primas y en caso de desviaciones establecer el orden adecuado para la utilización de las materias en las líneas de producción.

4. La utilización de la metodología de producción más limpia en el proceso de producción de envases aerosoles en la empresa Grupo Zapata Guatemala contribuyó a reducir la cantidad de envases defectuosos en el proceso productivo y se alcanza una reducción del 2 % del desperdicio total de los envases defectuosos, este 2 % equivale a un total de 45,000 envases en los últimos 6 meses lo que representa en costos un aproximado de Q. 375 000, recuperados luego al realizar las acciones correctivas necesarias.

## RECOMENDACIONES

1. Utilizar la metodología de producción más limpia e implementar las acciones de mejora en las otras líneas de producción de la planta. La línea de alimentos y línea de pinturas son una gran oportunidad de mejora debido a la similitud de los materiales y del funcionamiento de las máquinas.
2. Capacitar, constantemente, al personal contribuye a la reducción de desperdicios en las líneas de producción de envases aerosoles. Se elaboró un manual de los posibles defectos que pueden presentarse en los envases aerosoles, se recomienda revisarlo y actualizarlo al menos una vez cada 6 meses y utilizarlo para reforzar los conocimientos del personal de empaque y para la capacitación del personal de nuevo ingreso.
3. El proceso de mejora continua debe ser aplicado para evitar que se presente nuevamente un incremento en la generación de envases defectuosos. El indicador de desperdicio debe estar controlado y constantemente revisado, porque es de suma importancia el análisis constantemente, como lo indica la metodología de producción más limpia.
4. La planificación de las actividades para la realización de una investigación es indispensable y de alta importancia, sin embargo, hay actividades o decisiones que inicialmente no se consideraron, pero debido a la importancia que estas tienen se pueden realizar cambios al

plan inicial. En este caso se tenía planificado únicamente realizar las propuestas de mejora, sin embargo, por la importancia y los beneficios que se obtienen se hizo necesaria la implementación de actividades y planes de mejora de acuerdo con la metodología de producción más limpia y con la debida autorización de Grupo Zapata.

## REFERENCIAS

1. Asociación ecológica para el reciclado de la hojalata. ECOACERO. (2017). Recuperado de <http://www.ecoacero.com/la-recuperacion/>
2. Asociación Española de Aerosoles. AEDA. (s.f.) Recuperado de <http://aeda.org/>
3. Alvarado Aguilar, E. A. (2011). *Propuesta Metodológica para la reducción de desperdicios en La Empresa "Us Technologies"*. (Tesis Maestría en Ingeniería Industrial). Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas. México.
4. Barillas Pérez, Rolando. (2012). *Sistema de producción más limpia y plan de mantenimiento preventivo en una industria litográfica ubicada en la ciudad de Guatemala*. Tesis (Ingeniería Mecánica Industrial). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
5. Bermejo Gómez de Segura, Roberto. (2005). *La gran transición hacia la sostenibilidad*. España: Los Libros de la Catarata 360 pp. ISBN: 8483192241
6. Canadian Food Inspection Agency. AEDA. 23 de marzo de 2017. Recuperado de <https://www.inspection.gc.ca/eng/1297964599443/1297965645317>

7. Cuc Cab, Alex Reynaldo. (2005). *Aplicación de la técnica SMED en la fabricación de envases aerosoles*. Tesis (Ingeniería Industrial). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
8. Grupo Zapata Guatemala. (2017). *Sistema de Gestión ISO. Manual de inocuidad*. Guatemala: autor.
9. Johnsen, Monfort. *Control de calidad en aerosoles*. Aerosol la Revista, julio 2013, ALR- Año IX. Consultado el 05 de septiembre de 2016. Recuperado de <http://aerosollarevista.com/2013/06/control-de-calidad-en-erosoles/>
10. Melgar Dorigon, Rafael Leonardo. (2010). *Evaluación financiera entre un proceso de actualización tecnológica y la compra de maquinaria empacadora*. Tesis (Maestría en Administración Financiera). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
11. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2010). *Política Nacional de Producción más Limpia, Acuerdo Gubernativo Número 258-2010*.
12. Miranda Santos, Mauricio Alejandro. (2013). *Desarrollo de prácticas de producción más limpia en una empresa de fabricación de envases de aluminio de 12 onzas*. Tesis (Ingeniería Mecánica Industrial). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

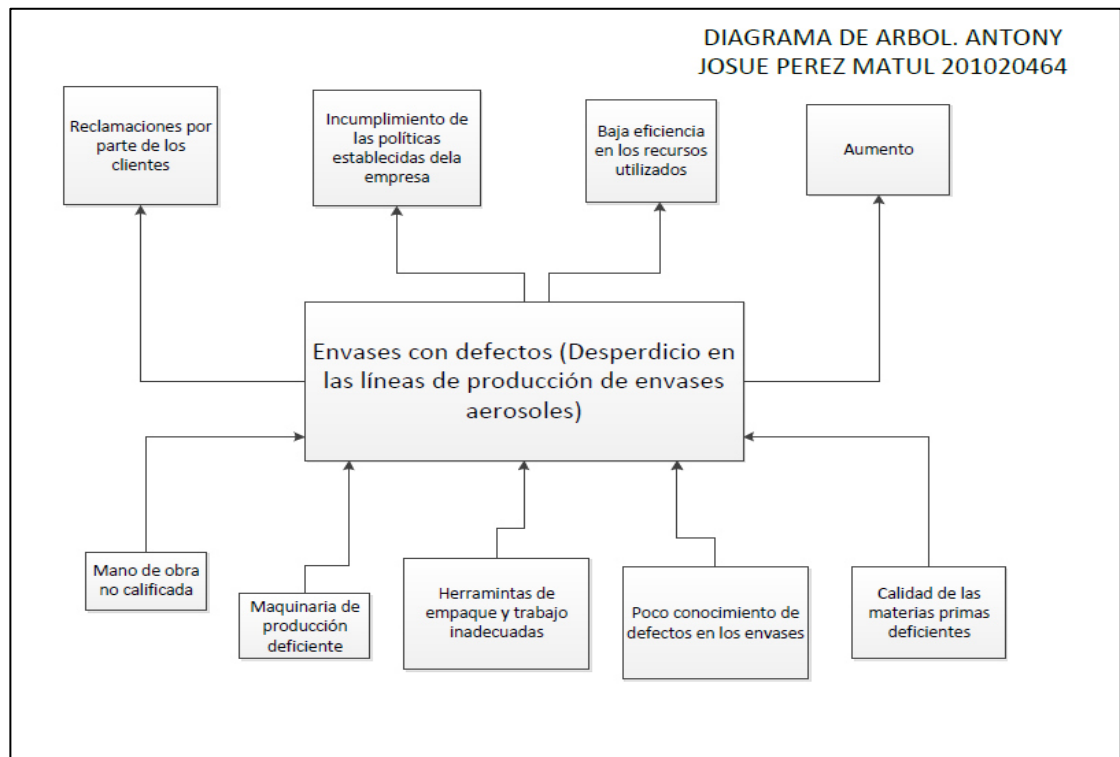


13. Montiel Gómez, Clemente Pérez. (2014). *Análisis y propuesta de mejora del proceso de manufactura de productos de línea blanca utilizando la metodología Kaizen*. Tesis (Maestría en ingeniería industrial en sistemas de manufactura). Universidad Iberoamericana. México.
14. Mundo Latas. Mundolatas. (s.f.) Recuperado de <https://mundolatas.com/materia-prima/>
15. Organización de las Naciones Unidas. (2017). *Manual de producción más limpia*. ONUDI.
16. Tobar Guzmán, Edwin Giovanni (2014). *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*. Tesis (Maestría en Estudios estratégicos). Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Guatemala.



# APÉNDICES

## Apéndice 1. Árbol de problema



Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Matriz de coherencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	VARIABLES	INDICADORES	CONTROLES
<p><b>PREGUNTA CENTRAL</b> ¿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><b>PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b></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 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><b>General:</b> Proponer la metodología de producción más limpia en la línea de fabricación de envases aerosoles de la empresa Grupo Zapata Guatemala.</p> <p><b>Específicos:</b></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><b>1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA</b></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><b>2. ENVASES AEROSOLES</b></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><b>3. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA</b></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><b>Cantidad de envases defectuosos generados en todo el proceso de producción de envases aerosoles</b></p> <p><b>Cantidad de toneladas de desperdicio generadas en la línea de producción.</b></p> <p><b>Costo del desperdicio</b></p> <p><b>Porcentaje de desperdicio por cada uno de los factores</b></p>	<p><b>Porcentaje de desperdicio global de la línea</b></p> <p><b>Toneladas de metal de desperdicio generadas mensualmente</b></p> <p><b>Costo del desperdicio o generado</b></p> <p><b>Porcentaje de desperdicio por cada uno de los factores</b></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.



Anexo 2. **Formato de calidad para anotar datos de envases defectuosos**

**CONTROL DE DEFECTOS PROCESO  
BOTE AEROSOL**

ASPECTOS A EVALUAR	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	Totales
<b>PROBADORAS</b>													
Fuga en unión domo y costura *													
Fuga en unión fondo y costura *													
<b>EMPAQUE</b>													
Soldadura rajada *													
Falso doble cierre domo *													
Falso doble cierre fondo *													
Falta de compuesto en tapas *													
Envase golpeado													
Envase rayado en el exterior													
Envase manchado con barniz													
Envase manchado con grasa													
Rotulado de empaque													
Condición de empaque													
Envase invertido													
Envase patinado*													
Código de barras ilegible*													
Presión de probado													
<b>TOTAL ENVASES RECHAZADOS</b>													

Evaluación visual: Aceptado= A Rechazado= R

**\* Defecto CRÍTICO**

- Si duda en clasificar un defecto pida asistencia al personal de aseguramiento de calidad.
- Si identifica un defecto crítico avise al operador del equipo para que corrija de inmediato.
- No olvide cambiar el agua de las probadoras según frecuencia establecida.

Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.



## MANUAL DE DEFECTOS ENVASES AEROSOLES 3-PIEZAS

Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.



### DEFINICIONES DE CATEGORIAS DE DEFECTOS

**CRITICO** – Con gran probabilidad de que el envase o componente cause una falla funcional, ya sea por medio de daño o fuga de los contenidos, por medio de falla al desempeñarse durante la operación del cliente al fallar en retener el producto del cliente o puede resultar en un peligro para la salud del consumidor.

**MAYOR** – Un defecto que puede resultar en problemas de línea de llenado y cerrado o reducir materialmente la vida en anaquel del envase terminado, o afectar la utilidad de los envases, o puede ser desagradable en apariencia al cliente o consumidor.

**MENOR O COSMETICO** – Un defecto que puede tener un efecto menor para la aceptación del cliente o utilidad en base a la apariencia.

**CIRCUNSTANCIAL** – Definitivamente no causará una falla funcional. Este tipo de defecto posiblemente pero no probablemente puede no ser desagradable a todos los clientes, pero puede ser desagradable para algunos.

Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

Continuación anexo 3.

## CRITERIO ACEPTABLE / DE RECHAZO 0.4.1.1

- Si un defecto crítico es encontrado al final de la línea, (estación de empaque o paletizadora), el producto debe ser retenido y la línea debe ser parada y corregida.
- Si un defecto mayor es encontrado en la línea, no hay necesidad de retener el producto a menos que la frecuencia exceda (1) en mil pero el defecto debe ser removido, la línea debe ser ajustada, y el supervisor debe ser notificado.
- Cuando defectos menores son encontrados al final de la línea, un ajuste es requerido y deben ser removidos. Si la frecuencia excede (1) en cien, la línea debe pararse y la causa raíz debe ser identificada y corregida. Si el proceso continua corriendo con el defecto, y la frecuencia excede (1) en cien, el producto debe ser colocado en RPI.
- Si defectos de tipo circunstancial son observados, solicite un ajuste pero no retenga el producto.

Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

## Revisiones y Adiciones Manual de Defectos

0.7.1.1

- Procedimiento: El Manual de Defectos está diseñado para ser un documento vivo que cambiará continuamente en base a los requerimientos del cliente, productos nuevos, mejores ilustraciones, y las adiciones de ilustraciones de productos que ya fabricamos. Todas las revisiones y adiciones deben ser enviadas al Gerente de Calidad. Todos los envíos deben ser revisados por el equipo de Atributos de Calidad. Las actualizaciones del manual serán circuladas a todas las plantas en la división de aerosol de 3-piezas de manera que los manuales internos se mantengan actualizados.
- Una plantilla se encuentra en el sitio corporativo intranet y debe ser utilizado cuando se envían nuevas ilustraciones o se hacen revisiones. Todas las fotografías deben de estar en un formato Jpeg. El número de página será agregado una vez las ilustraciones propuestas hayan sido aprobadas y enviadas para su publicación.

Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.



Continuación anexo 3.

## Plantilla de Adición y Revisión 0.8.1.1

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS

Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

## SOLDADURA ABIERTA

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Soldadura abierta en dirección longitudinal	Ausencia de puntos de soldadura por fallas en los perros de arrastre de la cadena	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inadecuada sincronización de los perros de arrastre de la cadena.</li> <li>•Descuadre de la plantilla</li> </ul>	Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

Continuación anexo 3.

### FALTA PUNTOS DE SODLADURA

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Soldadura incompleta	Envase con falta de puntos de soldadura al inicio de la costura lateral	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desalineamiento del cilindro.</li> <li>Regulación corriente de</li> </ul>	Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

### COSTURA DESPEGADA

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Costura despegada			Defecto CRITICO

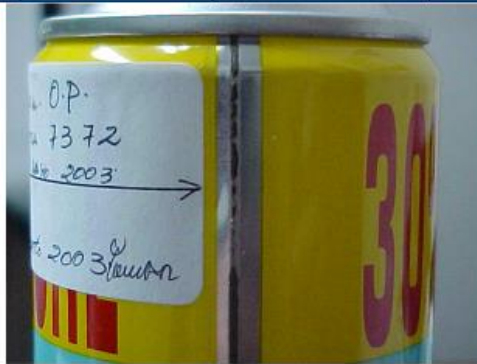


Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

Continuación anexo 3.

### SOLDADURA CONTAMINADA

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Soldadura contaminada	Esto sucede cuando la hojalata está siendo barnizada y/o esmaltada y se contaminan las áreas reservadas para soldar	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Contaminación de márgenes o reserva en el interior.</li> <li>•Contaminación de márgenes o reserva en el exterior.</li> </ul>	Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

### SOLDADURA RAJADA

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Soldadura Rajada	Principio de la costura lateral del envase rajada.		Defecto CRITICO

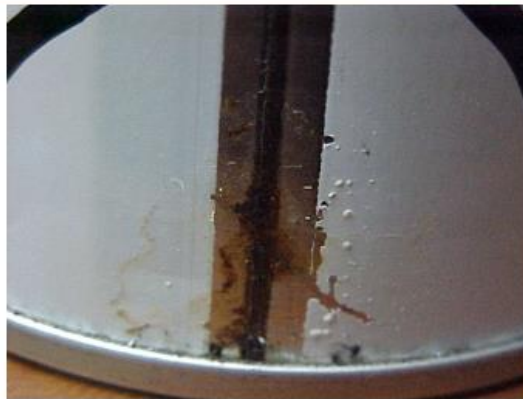


Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

Continuación anexo 3.

### FUGA EN COSTURA LATERAL

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Fuga en costura lateral			Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

### EXPLOSION EN COSTA LATERAL

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Explosión en costura lateral			Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

Continuación anexo 3.

## ABOLLADURAS

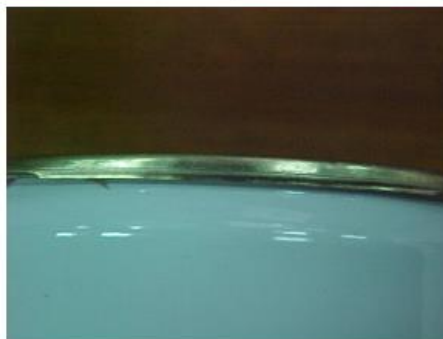
DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Envase apachado	Lata lastimada en la unión con el fondo aerosol, esto sucede cuando no se regula bien la altura de las probadoras de aire.	• Lata golpeada por el equipo de probado de microfugas.	Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

## PESTAÑA HENDIDA

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Pestaña lastimada	La pestaña del envase está siendo lastimada ocasionando una marca de profundidad en el metal	• Falta de ajuste en la moleta de primera operación	Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.



Continuación anexo 3.

### INCLINACION O PICOS

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Inclinación o picos en el doble cierre	Una condición donde una pequeña porción del cierre sobresale hacia fuera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Montaje incorrecto de primera operación y atrapamiento de producto.</li> <li>•Ver sección 5.17 del Manual de Tecnología de Doble Cierre.</li> </ul>	Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

### VARIACION DEL CIERRE

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Variación del cierre y protuberancias	Si el cierre de primera operación es muy flojo, puede no haber suficiente pliegue del componente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ajuste incorrecto de rodillo de cerrado de primera operación.</li> <li>•Ajuste flojo del rodillo de cierre de primera operación.</li> </ul>	Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

Continuación anexo 3.

### DESPRENDIMIENTO DEL DOMO

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Desprendimiento parcial del domo aerosol			Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

### DESENGARGOLADO DEL DOMO

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Desengargolado del domo aerosol		•Exceso de presión de acuerdo a la clasificación DOT	Defecto CRITICO

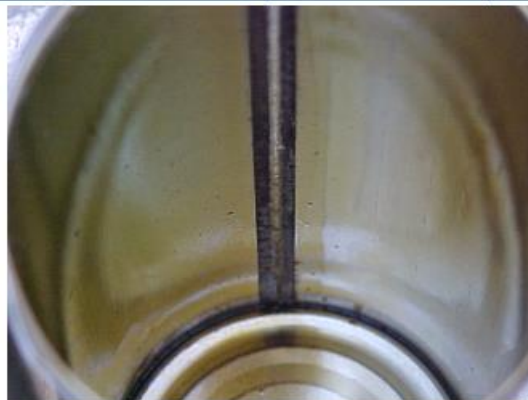


Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

Continuación anexo 3.

## CORROSION EN COSTURA INTERIOR

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Corrosión en costura lateral interior		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pobre curado del barniz de costura lateral interior.</li> <li>• Reacción química al producto que almacena</li> </ul>	Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

## EXPLOSION

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Explosión en cuerpo del envase, iniciando desde el fondo y/o domo		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuste excesivo en moleta de primera operación la cual causa daño a la pestaña</li> </ul>	Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.



Continuación anexo 3.

### DOBLE CIERRE LASTIMADO

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Doble cierre lastimado.			Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

### FALSO DOBLE CIERRE

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Falso doble cierre			Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

Continuación anexo 3.

### RESERVA INTERIOR CONTAMINADA

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Reserva interior contaminada			Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

### DESPRENDIMIENTO DE TINTA

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Descascaramiento de tinta	Rompimiento de la estructura del barniz y tinta impresa en la lata.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pobre adhesión de tinta con el sustrato.</li> <li>•Incompatibilidad del esmalte con la tinta.</li> <li>•Area del neck-in golpeada</li> </ul>	Defecto MAYOR

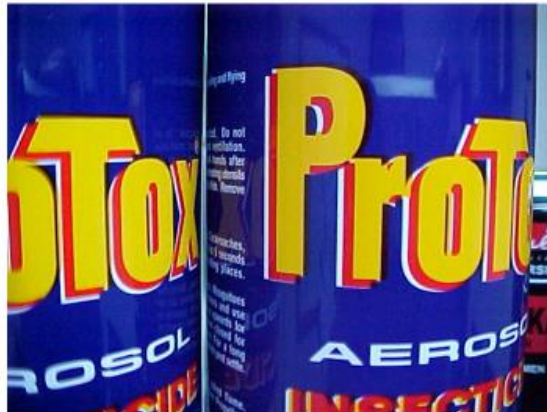


Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

Continuación anexo 3.

### LITOGRAFIA CORRIDA

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Litografía corrida			Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

### LITOGRAFIA CORRIDA

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Litografía Corrida	Corrimiento del texto impreso en la hojalata.		Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

Continuación anexo 3.

## PERFORACION DE HOJALATA

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Perforación de hojalata			Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

## CORROSION INTERIOR

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Corrosión			Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

Continuación anexo 3.

### CORROSION EXTERIOR EN FONDO

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Corrosión exterior del fondo aerosol		<ul style="list-style-type: none"><li>• Baja resistencia a la exposición de metal en el exterior.</li><li>• Recubrimiento exterior con baja resistencia química</li></ul>	Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.

### CORROSION EN DOMO Y VALVULA

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Corrosión en válvula y domo aerosol		<ul style="list-style-type: none"><li>• Incompatibilidad con el producto contenido.</li><li>• Se excede el tiempo de vida de anaquel</li></ul>	Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.



Continuación anexo 3.

## CORROSION EN EL INTERIOR

DEFECTO	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE	COMENTARIOS
Corrosión severa en el interior del envase		<ul style="list-style-type: none"><li>• Incompatibilidad con el producto que almacena.</li><li>• Mal curado de recubrimientos internos.</li></ul>	Defecto CRITICO



Fuente: Empresa Grupo Zapata Guatemala, S.A.