



**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

**PLAN DE MEJORA PARA LA  
DISMINUCIÓN DE DESPERDICIO EN EL  
ÁREA DE EXTRUSIÓN DE LA EMPRESA  
PLÁSTICOS MARTÍNEZ PLAMAR C.A.**

**Autores:** Darwuins Alvarado  
Juan Arroyo

**Tutor:** Ing. Anthony Batta

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Telefono: (0241) 8714240 (máster) – Fax: (0241) 871239



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PLAN DE MEJORA PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIO  
EN EL ÁREA DE EXTRUSIÓN DE LA EMPRESA PLÁSTICOS  
MARTÍNEZ PLAMAR C.A.**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**Autores:** Darwuins Alvarado  
C.I. 17.191.917  
Juan Arroyo  
C.I.14.024.729  
**Tutor:** Ing. Anthony Batta

San Diego, Junio 2020



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

Quien suscribe, Ingeniero Anthony Batta , portador de la cédula de identidad N°18.908.882, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos Darwuins Alvarado y Juan Arroyo, portadores de la cédula de identidad N° 17.191.917 N° 14.024.729, respectivamente, titulado **PLAN DE MEJORA PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIO EN EL ÁREA DE EXTRUSIÓN DE LA EMPRESA PLÁSTICOS MARTÍNEZ PLAMAR C.A**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 16 días del mes de Junio de dos mil veinte.

---

Ing. Anthony Batta  
C.I. 18.908.882



FI-I -021-2020-1CR (TG)

Valencia, 19 de junio de 20

Ciudadanos:  
Alvarado N., Darwuins A.

17.191.917.

Arroyo, Juan E.

14.024.729

Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 05-2020 de fecha 14-02-2020 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **PLAN DE MEJORA PARA LA DISMINUCIÓN DESPERDICIO EN EL ÁREA DE EXTRUSIÓN DE LA EMPRESA PLÁSTICOS MARTÍNEZ PLAMAR C.A** presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación del Ing. Anthony Batta C.I: 18.958.925 como Tutor Académico que los asesorara en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Luís

Decano de la Facultad de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1)

## **AGRADECIMIENTOS**

Al final de esta batalla quiero agradecer primeramente a Dios por este logro importante en mi vida, él quien guía mi camino y me ayudó a mantenerme firme, a no permitir que decayera ante todas las dificultades que se me presentaron.

Agradezco a los seres que más quiero en el mundo, mis padres, a mi mamá Gladys Núñez, esa mujer fuerte y dispuesta hacer todo por mí, fuiste inspiración a lo largo de este camino y le doy gracias a Dios por permitirme tenerte y compartir este logro contigo.

A mi hija, Dayr Alvarado, desde que naciste has sido alegría y parte de mi inspiración para seguir adelante día a día.

A Aura Correa, siempre dispuesta y ayudándome en todo, apoyo importante en mi vida y durante esta carrera, de verdad muchísimas gracias.

A mi hermana que como siempre se lo he dicho, otra madre para mí, simplemente incondicional en todos los aspectos siempre lo has sido, pilar fundamental en mi vida, a Dios, gracias por tenerte.

A mí cuñado Cesar Piña, calidad de persona, siempre presente cuando te he necesitado, agradecido de verdad.

A mi tutor Anthony Batta, el cual agradezco todos esos conocimientos aportados que fueron de gran aporte y ayuda para la culminación de nuestro trabajo de grado.

A mi compañero de tesis Juan Arroyo, desde el inicio de la carrera y hasta el final siempre batallando juntos, gran apoyo.

Y a todos los amigos, familiares, compañeros de clase que de alguna u otra manera fueron de gran ayuda en este camino, a todos mis más sinceros agradecimientos.

**Darwuins Alvarado**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por ser quien a través de su espíritu ha infundido en mí la fe para creer y emprender mis metas, para poder llevarlas a cabo, siempre con la convicción de que nada sería posible si Él no lo permitiese.

Agradezco a mi madre hermosa, Dilcia Arroyo, porque siempre ha estado presente en los momentos más difíciles de mi vida. Siempre de manera incondicional y con su ejemplo de vida, constancia y humildad, Dios bendícela, mi logro se lo debo a ella.

A mi tía Alicia Arroyo, mi segunda madre, la cual ha sido ese bastón que me ha sostenido en cada una de mis carreras como estudiante, ha sido ella quien con su apoyo afectivo y emocional me ha transmitido optimismo y amparo.

Agradezco muy especialmente a Yanelis Silva, Lorena Aguilar, Hazel Petit, Ricardo Rodríguez, Monserrat Torres, Aura Yuliet Correa, Cesar Piña, por ser personas desprendidas e incondicionales de corazón, y brindarme todo el apoyo en momentos cumbre a lo largo de mi carrera; estando presente de distintas maneras, para aligerar este sueño que me propuse para optar al título de INGENIERO INDUSTRIAL.

Agradezco a los hermanos Martínez Gómez, por apostar y creer en mí, han sido ellos los responsables a través de la confianza y afecto, una gran motivación para el curso de esta carrera.

A mi tutor Anthony Batta, por ser la persona que me brindó la orientación y conocimiento, pero sobre todo, paciencia para comprender el arduo camino recorrido en la realización de mi trabajo de grado.

A mi compañero de tesis Darwuins Alvarado por la entrega y ser mi compañero de estudio semestre a semestre, evaluación tras evaluación y trabajo de grado. Gracias....

**Juan Arroyo**

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este trabajo de grado primeramente a Dios, que nos acompañó durante todo este camino.

A nuestros padres, que son nuestros motores y ejemplo a seguir.

A la universidad José Antonio Páez, por darnos la oportunidad de alcanzar una preparación profesional y que creciéramos tanto personal como académicamente.

A nuestro tutor, Ing. Anthony Batta, por todos sus aportes y conocimientos, obtenidos en sus materias y a lo largo del desarrollo de nuestro trabajo de grado.

A nuestros profesores de la escuela de Ingeniería Industrial, especialmente a las profesoras, Ing. Ana Avendaño e Ing. Nelly Niño.

A nuestros amigos y compañeros durante la carrera y en todo el transcurso del tiempo en la universidad.

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b> .....	<b>Pp.</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURA</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE CUADRO</b> .....	xi
<b>ÍNDICE DE TABLA</b> .....	xi
<b>ÍNDICE DE GRÁFICO</b> .....	xi
<b>RESUMEN</b> .....	xii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO</b>	
<b>I EL PROBLEMA</b>	
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Formulación del Problema.....	6
1.3 Objetivos de la investigación.....	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
1.4 Justificación.....	6
1.5 Alcance.....	7
<b>II MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes.....	8
2.2 Bases Teóricas.....	12
2.2.1 Mejora continua.....	12
2.2.2 Metodología ESIDE.....	14
2.2.3 El Pokayoke.....	15
2.2.4 Jidokas.....	16
2.2.5 Diagrama de Pareto.....	17
2.2.6 Elaboración del diagrama de Pareto.....	18
2.2.7 Teoría de Ishikawa-Diagrama Causa-Efecto.....	19
2.2.8 Principios de calidad de Ishikawa.....	20
2.2.9 Desperdicios.....	21
2.3 Definición de Términos.....	24
<b>III MARCO METODOLÓGICO</b>	
3.1 Tipo de Investigación.....	24
3.2 Nivel de la investigación.....	26
3.3 Diseño de la investigación.....	25
3.4 Población y muestra.....	26
3.4.1 Población.....	26
3.4.2 Muestra.....	26

3.5	Técnica e Instrumentos de recolección de datos.....	26
36	Fases del proyecto.....	29
<b>IV RESULTADOS</b>		
4.1	Diagnóstico de la situación actual en el área de Extrusión de la empresa plásticos Martínez Plamar C.A.	31
4.1.1	Descripción del proceso.....	31
4.1.2	Resultados de las entrevistas no estructuradas.....	35
4.1.3.	Resultados de la observación directa	36
4.1.4	Proceso de Extrusión.....	37
4.1.5	Descripción del método actual en el área de extrusión	38
4.1.6	Descripción del área, maquinarias, herramientas y materiales utilizados.....	40
4.2	Análisis de las posibles causas por las que se producen los desperdicios en el Área de Extrusión de la empresa Plásticos Martínez Plamar, C.A.....	43
4.2.1	Identificación de las paradas de Máquina.....	43
4.2.2	Identificación de los desperdicios, según la metodología ESIDE.....	46
4.2.3	Diagrama de Ishikawa Causa-Efecto.....	47
4.3	Diseñar un plan de mejoras en el área de Extrusión de la empresa Plásticos Martínez Plamar C.A.....	50
4.3.1	Formato propuesto para la aplicación de la metodología ESIDE .....	51
4.3.2	Elaborar un plan de Capacitación para todo el personal del área de Extrusión.....	52
4.3.3	Elaborar un protocolo para el arranque de las extrusoras	56
4.3.4	Elaborar un plan de Manteniendo Preventivo, predictivo y correctivo.....	59
4.3.5	Mantenimiento Productivo total.....	62
4.4	Evaluar operativa, técnica, ambiental, social y económicamente la propuesta planteada.....	65

<b>CONCLUSIONES</b> .....	69
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

### FIGURA

	<b>Pg.</b>
1 Desperdicios generados.....	5
2 Desperdicios generados.....	5
3 Diagrama de Pareto.....	18
4 Diagrama de causa –efecto.....	20
5 Área de mezcla	31
6 Área de extrusión.....	32
7 Impresora de seis colores.....	32
8 Impresora de cuatro colores.....	33
9 Máquina de Corte y Sellado.....	33
10 Diagrama de flujo del proceso actual de extrusión.....	34
11 Modelo de ficha de observación	36
12 Diagrama de Flujo del área de Extrusión (cambio de Cliente y medida).....	39
13 Diagrama de Flujo del área de Extrusión (cambio de medida pero el mismo cliente.....	40
14 Lay -out Área de Extrusión	42
15 Área de Extrusión.....	42
16 Diagrama de Ishikawa Causa-Efecto.....	48
17 Formato de la empresa para mantenimiento .....	59
18 Formato propuesto de periodicidad del mantenimiento .....	61
19 Formato propuesto efectos y causas de fallos.....	62

## ÍNDICES DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>Pg.</b>
1	Entrevistas no estructuradas.....	35
2	Materiales para cambio de clientes.....	41
3	Codificación de las paradas.....	43
4	Hoja de verificación de tiempos de paradas.....	45
5	Desperdicios.....	46
6	Frecuencia de ocurrencia de fallas.....	49
7	Eliminación de desperdicios	51
8	Características del plan de capacitación.....	53
9	Tipos de capacitación.....	54
10	Modalidad de capacitación.....	55
11	Niveles de capacitación.....	56
12	Aspectos del mantenimiento total.....	63
13	Evaluación Beneficio/costo.....	67
14	Variables retorno de inversión.....	68

## ÍNDICE DE GRÁFICO

<b>GRÁFICO</b>		<b>Pg.</b>
1	Relación de desperdicios Oct-Dic. 2019.....	4
2	Diagrama de Pareto fallas área extrusión.....	50



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**PLAN DE MEJORA PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIO EN EL  
ÁREA DE EXTRUSIÓN DE LA EMPRESA PLÁSTICOS MARTÍNEZ  
PLAMAR C.A.**

**Autores** Darwuins Alvarado y Juan Arroyo

**Tutor:** Ing. Antony Batta

**Fecha:** Junio 2020

**RESUMEN INFORMATIVO**

La presente investigación se desarrolló en la empresa Plásticos Martínez, C.A, la cual es una empresa del sector manufacturero, dedicada a la fabricación de empaques flexibles por extrusión de polietileno. En dicha empresa actualmente se están generando niveles considerables de desperdicio en el área de Extrusión, trayendo como consecuencia una merma en la producción y a su vez la elaboración de productos fuera de especificación, incumplimientos de planes de producción y pérdidas de calidad impactando directamente el valor agregado del producto, perdidas económicas y afectación en la imagen de la organización. Es por ello que se llevó a cabo un diagnóstico de la situación actual y el análisis de las causas que originan el problema y de esta forma, se propone un plan de mejora, que dé como resultado, la reducción del nivel de desperdicio y finalmente aplicar un análisis técnico - económico y social de la mejora. La investigación es de tipo proyecto factible, de diseño investigación de campo y documental con metodología ESIDE. Se aplicó observación directa al proceso de extrusión de polietileno, arranque y cambio de producto. Entrevista no estructurada o informal, así como revisión documental. De acuerdo al diagnóstico obtenido, se aplicaron diversas técnicas de ingeniería industrial, con el fin de conocer y analizar el proceso, y encontrar oportunidades de mejoras con las que se logró cumplir con los objetivos establecidos para la propuesta.

**Descriptor:** Desperdicios, Extrusión, Mejora.

## **INTRODUCCIÓN**

El auge y ser competitivos en la industria del plástico, en medio de las adversidades, crea la necesidad de acrecentar y maximizar los recursos para garantizar que cada porción de material e insumo sea utilizada de una manera eficaz y eficiente; es decir, tener el control de la producción para minimizar sus costos, logrando el objetivo principal de las organizaciones que es aumentar siempre sus ganancias. La disminución en el desperdicio es un punto acertado para lograr que las ganancias y calidad de los productos se ajusten a las exigencias de los objetivos, ya que el desperdicio es todo aquello que de manera alguna agrega valor al proceso productivo.

Es por ello que la presente investigación tiene como objetivo proponer un plan de mejora para la disminución de desperdicio en el área de extrusión de la empresa Plásticos Martínez Plamar C.A.

El trabajo está estructurado en cuatro capítulos, Capítulo I, El Problema, en el cual se describe planteamiento, formulación, objetivos, justificación y alcance. Capítulo II, Marco Teórico, donde están los antecedentes, bases teóricas y definición de términos. Capítulo III, Marco Metodológico, tipo, diseño, nivel población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y las fases metodológicas. Por último Capítulo IV, Resultados. Referencias Bibliográficas.

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA**

### **1.1. Planteamiento del Problema**

La industria del plástico, funciona con derivados del petróleo, los polímeros; que a su vez son llamados Polietileno, BOPP, PVC, entre otros; son materiales con una composición química que al ser transformados se obtienen diversidades de productos, que por su resistencia, economía, seguridad y aceptación empresarial han desplazado en un significativo porcentaje a los empaques y envases de cartón, aluminio y vidrio; ejemplo de ello se tienen: los envases de refrescos, los envases de jugos y leche pasteurizada, botellones de agua potable, bolsas o empaques plásticos, entre otros y así una gama de productos que ayudan de alguna manera a mantener y alargar la vida de los productos envasados y empacados.

La empresa Plásticos Martínez Plamar, C.A. con más de 20 años en el mercado con productos de excelente calidad tales como laminas termoencogible, bolsa para basuras, bolsa para hielo, bolsa para pollo, lamina de empaque automático, bolsa tipo boutique entre otras, es una empresa manufacturera el cual está compuesta por cuatro departamentos fundamentales que hacen posible el producto bajo las especificaciones y requerimientos de sus clientes según sea la necesidad. Por su precedencia los departamentos básicos son: Mezclado, Extrusión, Impresión y Corte y Sellado.

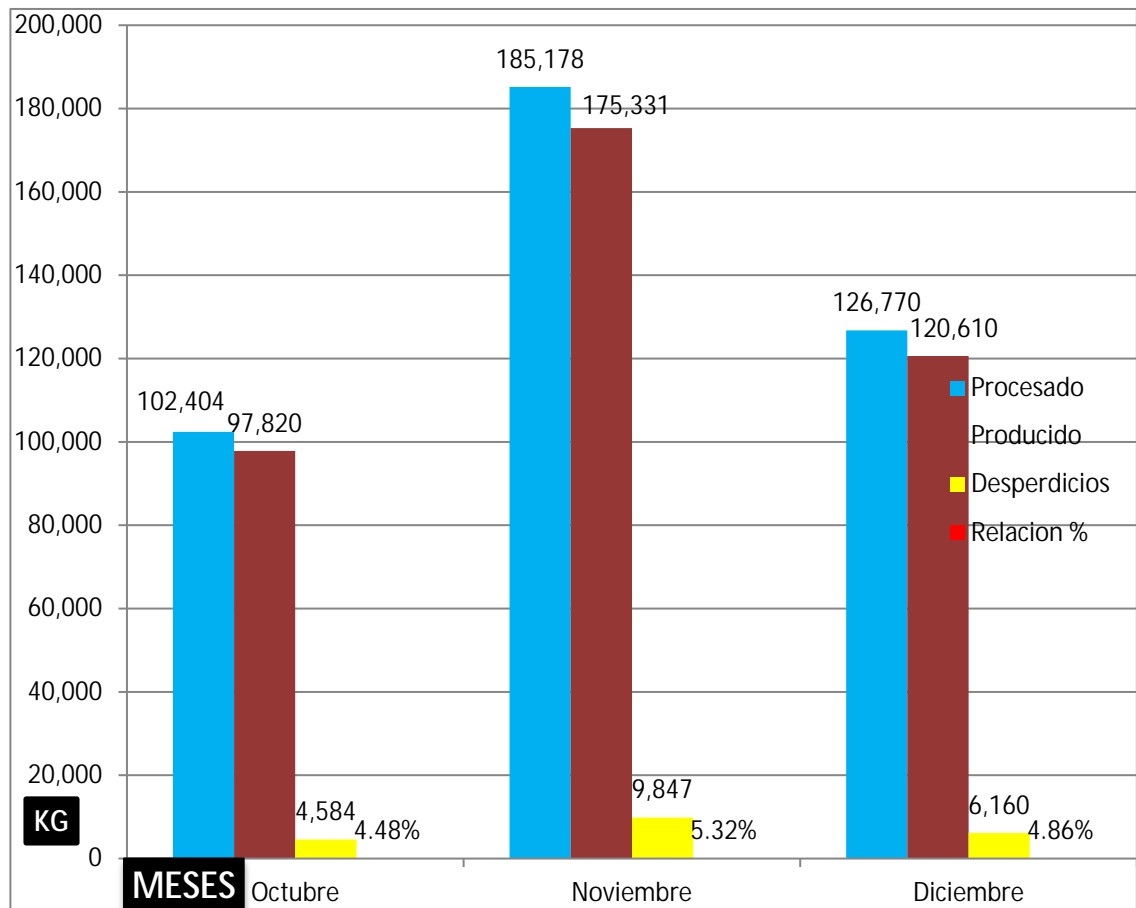
El departamento de Mezclado, el cual está compuesto por tres silos, en donde se deposita el material y se encarga de ligar los aditivos y componentes que conforman cada fórmula para los distintos productos, extrusión conformado por 14 máquinas extrusoras, es allí donde comienza la transformación de la materia a través de un sistema de calentamiento por resistencias que homogenizan el material hasta el punto que sus propiedades

comienzan actuar según su composición química, dándole al producto elasticidad, brillo, opacidad, resistencia, sellabilidad, deslizamiento, pigmentación etc.. Según el requerimiento del cliente.

Luego de pasar por extrusión el material pasa a una tercera fase, al proceso de impresión, el cual solo es llevado a este proceso si el producto final lleva algún tipo de eslogan, arte, información de interés, marketing, nombre, o razón social, de lo contrario se puede dar el caso de que el producto no lleva ninguna de las opciones anteriores y se traslada al departamento de Corte y Sellado de manera directa, como lo es el caso de una bolsa para Cal líquida o bolsa de basura.

El material utilizado, específicamente es el Polietileno el cual llega a la empresa a granel en sacos de 25 kg y se estima durante el proceso de extrusión cierta cantidad de desperdicio necesario, este porcentaje menor de desperdicio debe ser igual al 2 %, ya que es generado por el arranque de máquina y adaptabilidad del material a la especificación requerida, pero una vez que el producto ha sido adecuado y se encuentra en pleno proceso de fabricación, emergen fallas que derivan de condiciones bien sea por falla de máquina, falla de puesta a punto o por propiedades en la materia; esto ha hecho que el desperdicio semanal en el departamento de extrusión con al menos 7 extrusoras encendidas arroje un desperdicio desde 4 hasta 5 % dependiendo la cantidad de máquinas extrusoras que se encuentren operativas. Fuente: Según datos arrojados por la Empresa Plásticos Martínez Plamar C.A.

A continuación, el grafico 1 es una representación del comportamiento del proceso de producción en el área de extrusión, en el último trimestre de 2.019.



**Grafico 1** Relación de desperdicios Oct-Dic. 2019  
Fuente: Empresa Plásticos Martínez Plamar C.A

Esta tabla es una representación gráfica del ¿por qué? la empresa tiene la necesidad de aplicar un plan de mejora en la disminución del desperdicio y básicamente es por el impacto que a nivel económico acarrea tal condición.

Este desperdicio generado ha traído serias consecuencias que afectan la estabilidad económica de la empresa, ya que irrumpe de manera agresiva y directa en la adquisición de nuevos materiales, insumos y dotación de herramientas, uniforme, suministros, además de la cuantificación de desperdicios generado en el último trimestre donde tuvo una representación de \$534 aproximadamente. (Ver figuras 1 y 2)



**Figura 1** Desperdicio Generado

Fuente: Empresa Plásticos Martínez Plamar C.A.



**Figura 2** Desperdicio Generado

Fuente: Empresa Plásticos Martínez Plamar C.A.

## **1.2 Formulación del problema**

¿De qué manera se podrá disminuir los desperdicios en el área de Extrusión de la empresa Plásticos Martínez PLAMAR, C.A?

## **1.3 Objetivos de la Investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Proponer un plan de mejora para la disminución del desperdicio en el área de extrusión bajo la metodología ESIDE, en la empresa Plásticos Martínez Plamar, C.A.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual en el área de extrusión de la empresa Plásticos Martínez Plamar, C.A.
- Analizar las posibles causas por las que se producen los desperdicios en el área de Extrusión de la empresa Plásticos Martínez Plamar, C.A.
- Diseñar un plan de mejoras en el área de Extrusión de la empresa Plásticos Martínez Plamar C.A.
- Evaluar operativa, técnica, ambiental, social y económicamente la propuesta planteada.

## **1.4 Justificación**

La empresa Plásticos Martínez Plamar, C.A actualmente está generando desperdicios, específicamente 5% en el área de Extrusión, trayendo como consecuencia una merma en la producción y a su vez la elaboración de productos fuera de especificación, incumplimientos de planes de producción y pérdidas de calidad impactando directamente el valor agregado del producto, perdidas económicas y afectación en la imagen de la organización.

Debido a lo importante que es para la empresa reducir el costo de producir sin alterar la calidad del producto final, este estudio se enfoca en disminuir los

desperdicios en el área de extrusión, para consecuentemente mejorar la eficiencia del proceso y aumentar la producción.

Con la realización del presente estudio se logra describir la situación actual de las líneas e identificar cada una de las causas que generan el desperdicio, el impacto que poseen sobre el proceso y el producto, permitiendo así generar alternativas orientadas a minimizarlos y de esta manera aumentar la eficiencia del proceso, cumplir con los requerimientos del mercado y mejorar las estrategias competitivas de la empresa, utilizando herramientas de ingeniería industrial y desarrollando habilidades ante los problemas reales que se presentan en una empresa.

La empresa se beneficia en la utilización de mejores e innovadores recursos, adquisición de materiales de primera calidad, insumos, nuevas herramientas y capacitación del personal, ya que disminuyendo la generación de desperdicio incrementa favorablemente la producción y por ende pierde menos dinero, que podría invertir en recursos y materiales de primera necesidad.

La universidad José Antonio Páez, se beneficia en el posicionamiento como institución líder de mejor formación de profesionales aptos para el desempeño laboral industrial, además el proyecto en estudio sirve como referencia para futuros alumnos que propongan una investigación similar.

### **1.5 Alcance**

Este estudio de investigación se orienta a la realización de alternativas de mejoras con el fin de reducir los desperdicios en el área de extrusión, así como de las paradas no planificadas, identificando las causas y cuantificándolas mediante la evaluación y análisis del área, lo que generara una producción eficiente, dentro de las especificaciones y de calidad en la empresa Plásticos Martínez Plamar, será propuesto a la gerencia para que sea evaluada la implementación de las alternativas.

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

El marco teórico, es el producto de la revisión documental-bibliográfica, que consiste en una recopilación de ideas, posturas de autores, conceptos y definiciones, que sirven de base a la investigación presente en este estudio.

### **2.1 Antecedentes de la investigación**

Dentro de los antecedentes que sirven de base para esta investigación se encuentra los estudios realizados por autores que complementan y enriquecen el conocimiento para una mayor interpretación al problema planteado con el fin de determinar un enfoque coherente y sistemático para el cumplimiento de los objetivos. Según lo expuesto por Tamayo y Tamayo (2012), "Establecer los antecedentes del problema de investigación de ninguna manera es hacer un recuento histórico del problema, o presentar fuentes bibliográficas que se van a utilizar. En este sentido, los trabajos que sirven como antecedentes a la presente investigación, son los siguientes:

Ramos I., y Flores E. (2019), desarrollaron su trabajo de grado titulado **“Propuesta de Mejoras para la Reducción de Scrap, en la Línea uno, del Área de Llenado de Cuidado Bucal, en la Empresa Colgate Palmolive Venezuela”** en la Universidad Tecnológica del Centro, como requisito para obtener del título de Ingeniero en Producción Industrial. La presente investigación se desarrolló en Colgate Palmolive Venezuela, la cual es la empresa encargada de la fabricación y distribución de productos de consumo masivo, en los mercados nacionales e internacionales, la investigación se realizó con el objetivo de reducir costos, desperdicios y mejorar continuamente los procesos, es por esto que se realizó un estudio que permitió el análisis y diagnóstico de la situación actual que propone mejoras para la reducción de

Scrap, en la línea dos del área de llenado de cuidado bucal, aplicando las técnicas de ingeniería industrial logrando proponer un plan de mejoras que conduzca a la disminución de material de Scrap y finalmente un análisis de costo beneficio de la mejora aplicada. La investigación es de tipo proyecto factible, basado en una investigación de campo con un nivel descriptivo y documental, se aplicaran las técnicas de revisión documental, bibliografía, la entrevista, las inspecciones análisis operacional y observación directa.

El presente trabajo de grado se vincula con el trabajo actual, ya que sirvió como guía en la manera de cómo tratar las fallas y problemas de desperdicio en el proceso productivo, dando a conocer las herramientas adecuadas que deben implementarse cuando se lleva a cabo un plan de mejora continua que permita detectar fallas en los equipos.

Seguidamente Mata, R. (2019), desarrolló su trabajo de grado titulado **“Propuesta de un Plan de Mejoras en las Líneas de Decoración de Envases de Aluminio de la Empresa Cervecería Polar C.A. Planta Superenvases.”** en la Universidad de Carabobo, como requisito para obtener del título de Ingeniero Industrial. La presente investigación se desarrollara en la empresa Cervecería Polar C.A; Planta Superenvases, siendo una empresa del sector manufacturera dedicada a la fabricación de envases y tapas de aluminio para bebidas. En la actualidad existe la necesidad de un estudio que permita la evaluación y disminución de los defectos críticos en el proceso de producción específicamente en el área de decoración, por esta razón se hace necesario proponer un plan de mejoras en dicha área, de este modo se llevara a cabo un diagnóstico de la situación actual, análisis de las causas que origina el problema para así proponer un plan de mejoras que conlleve a minimizar los defectos y finalmente un análisis de costo beneficio de la mejora.

La investigación se elaborara bajo la modalidad proyecto factible con un diseño de campo un diseño de campo y nivel de investigación descriptiva, se aplicarán la revisión documental, la entrevista, observación directa y un

modelo de plan de mejoras propuesto por el autor de la investigación (Mediante la Metodología DMAIC) basado en la Teoría de six sigma, y así lograr los objetivos propuestos del trabajo en estudio. La técnica de la observación directa y la entrevista se aplicara a la muestra intencional, conformado por Dieciocho (18) Mecánicos Operadores y Cuatro (04) Expertos, de forma tal que proporcionen respuestas y poder conseguir algunos resultados en función de las interrogantes de la Investigación, por consiguiente proceder al análisis de las causas, junto con la revisión documental; con el propósito de elaborar un plan de acción orientado a minimizar el producto no conforme por causa de mala impresión. Con lo antes descrito la relación con este proyecto de investigación sirvió como ayuda al desarrollo y aplicación de las herramientas de mejora continua en el proceso productivo y herramientas de la ingeniería industrial.

Asimismo, Vera, M. (2018) desarrolló en su informe de pasantías titulado **“Implementación de la Metodología de Pesos Porcentuales a los Resultados de un Análisis de Causa-Raíz en el Área de Envasado de Inversiones Servioil C.A.”** En la Universidad Simón Bolívar de Caracas como requisito para obtención de título de Ingeniero Mecánico. Este proyecto se desarrolló en la empresa Inversiones Servioil C.A con el objetivo de fomentar la interacción entre los Departamentos de Control de Calidad, Gestión de Mantenimiento y Producción para ayudar a la organización a expandir su portafolio de productos y disminuir las pérdidas asociadas al departamento de Envasado.

Para ello se empleó la metodología de Definir, Medir, Analizar y Controlar (DMAIC), junto con un procedimiento para la asignación de pesos porcentuales para los Modos de Falla y Causas durante el desarrollo de un Análisis de Causa Raíz (ACR). Usando como base los resultados obtenidos en este estudio, se plantearon acciones correctivas que fueron, en algunos casos, ejecutadas y evaluadas durante el período de estudio. En función de esto se creó y evaluó un sistema de control de desperdicios, basado en los defectos

comunes presentes en el producto terminado, cuyo origen se encuentra principalmente en fallas de los equipos y errores operacionales por parte del personal; logrando así una disminución de desperdicios. Con este estudio, se recomienda el análisis de costos (por parte del departamento de Finanzas de la empresa) de las pérdidas ocasionadas por el departamento de Envasado, y la evaluación de las acciones de recuperación de producto terminado defectuoso.

Éste informe de pasantías presenta relación con el presente trabajo de grado en determinación de la causa de no conformidades en los productos, como la ayuda a la aplicación de las diferentes metodologías para la determinación de las fallas más comunes en los equipos involucrados en el proceso de envasado.

Por último, Diego, V. (2018), realizó una investigación en su trabajo de grado titulado **“Reducción de desperdicios en el proceso de envasado del yogurt Purepak de 210 g en la máquina Nimco en una empresa de lácteos, mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma”** en la Universidad de la Costa de Barranquilla, Colombia, como requisito para obtener el título de Ingeniero Industrial. La investigación se realiza con el objetivo principal de aplicar la herramienta Seis sigmas en el proceso de envasado de yogurt Purepak, de la empresa Coolechera Ltda. Por medio de la metodología DMIAC para reducir las unidades no conformes generadas por el proceso e incrementar la productividad.

El aplicar esta metodología permitirá identificar la situación problema en el proceso de envasado además de conocer las especificaciones del proceso y del cliente para el producto final, luego de esto definir las variables de entrada y salida que intervienen en el proceso y la forma en que afectan la consecución de los requerimientos del proceso y del cliente en el producto. Conocer el comportamiento de las variables del proceso por medio de mediciones de datos y análisis estadísticos de los mismos para poder determinar las causas directas de la situación problema. Todo lo anterior con el

objetivo de proponer estrategias de mejora para la capacidad del proceso, así como su medio de control para asegurar continuidad en el tiempo y efectividad de las mismas. La relación existente entre la presente investigación y los antecedentes planteados se fundamenta en la apropiada determinación de las causas que están generando las no conformidades en los productos, así como también la aplicación de la metodología haciendo uso de la causa-raíz. Se puede agregar además que existe un vínculo en la elaboración del plan de mejoras, ya que ambos tienen como objetivo reducir las no conformidades en el proceso que afectan la productividad y economía de la organización.

## **2.2 Bases Teóricas**

Según Arias, F. (2012), "Las bases teóricas indican el desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado".

Para la elaboración y comprensión de esta investigación, en esta sección se explican diferentes teorías referentes a los aspectos técnicos necesarios para el desarrollo del contenido. A continuación, se presenta los lineamientos que se toman para desarrollar la presente investigación:

### **2.2.1 Mejora Continua**

El concepto de mejora continua se refiere al hecho de que nada puede considerarse como algo terminado o mejorado en forma definitiva. Estamos siempre en un proceso de cambio, de desarrollo y con posibilidades de mejorar. La vida no es algo estático, sino más bien un proceso dinámico en constante evolución, como parte de la naturaleza del universo. Y este criterio se aplica tanto a las personas, como a las organizaciones y sus actividades.

El esfuerzo de mejora continua, es un ciclo interrumpido, a través del cual identificamos un área de mejora, planeamos cómo realizarla, la implementamos, verificamos los resultados y actuamos de acuerdo con ellos, ya sea para corregir desviaciones o para proponer otra meta más retadora. Este ciclo permite la renovación, el desarrollo, el progreso y la posibilidad de

responder a las necesidades cambiantes de nuestro entorno, para dar un mejor servicio o producto a nuestros clientes o usuarios. Para seguir un proceso de mejora de calidad, se puede seguir el siguiente modelo:

#### **Identificación de lo que se desea mejorar**

**¿Qué se hace?** Se elige una problemática de que se desea resolver, tomando en cuenta: la importancia del problema, el número de beneficiados, el grado de insatisfacción de los usuarios y el impacto social y económico de la mejora.

#### **Herramientas que se utilizan:**

Lluvia de ideas, hojas de verificación, entrevistas, reportes estadísticos.

#### **Identificación de los beneficiarios.**

**¿Qué se hace?** Se determinan de manera precisa lo que los clientes esperan de los servicios o productos que genera la empresa.

#### **Herramientas que se utilizan:**

Se pueden utilizar entrevistas (individuales o colectivas), encuestas (cerradas o abiertas), grupos de enfoque o buzones de sugerencias.

#### **Evaluación del cumplimiento de dichas necesidades.**

**¿Qué se hace?** Se realizan una comparación entre las expectativas del cliente y el tipo de servicio que se está ofreciendo.

#### **Herramientas que se utilizan:**

Los mismos que la identificar las necesidades, se pueden utilizar entrevistas (individuales o colectivas), encuestas (cerradas o abiertas), grupos de enfoque o buzones de sugerencias.

#### **Análisis de las causas de desviación**

**¿Qué se hace?** Se identifican los factores que pueden estar generando el problema.

#### **Herramientas que se utilizan:**

Tormenta de ideas, diagramas de causa efecto, diagrama de Pareto, diagrama de flujo, Análisis del proceso del cliente, lista de verificación, diagnóstico del proceso.

### **Diseño de la propuesta de mejora**

**¿Qué se hace?** Se establecen las acciones a desarrollar para mejorar la situación actual.

### **Herramientas que se utilizan:**

Investigación referencial (determinar la forma en que se han resuelto problemas similares al nuestro), plan de mejora, rediseño de procesos, análisis de problemas en potencia. Fase: Implantación de mecanismos de aseguramiento de calidad en los resultados.

**¿Qué se hace?** Se diseñan mecanismos para asegurar para aumentar la probabilidad de que los logros obtenidos se mantengan en el futuro. Herramientas que se utilizan: Estandarización de procesos, controles sensoriales, mecanismos permanentes de la medición de la satisfacción del cliente.

### **2.2.2 Metodología ESIDE**

Según Ortiz, I. (2007), “La metodología Eliminación Sistémica del Desperdicio (ESIDE)”, consiste en una serie de pasos aplicados en forma sistemática, cíclica y permanente para la mejora de los procesos, a través de la eliminación continua del Desperdicio, con un enfoque sistémico.

Puede observarse que la metodología centra su atención en tres aspectos principales: Sistema, Desperdicios y Soluciones. Ahora bien, cada uno de estos pasos tiene un propósito definido y para su aplicación se definen una serie de conceptos y formatos que guían al analista para realizar la mejora del sistema observado, lo que se busca con la metodología es aumentar la productividad del proceso o actividad a partir de la detección y eliminación de los desperdicios presentes.

A continuación una serie de pasos con los que se planifica y ejecuta todo el proceso de mejora requerido por el sistema en estudio, estos pasos son:

- 1) Seleccionar el sistema a ser analizado.
- 2) Recolectar y organizar la información.
- 3) Decidir el alcance del estudio.
- 4) Identificar los desperdicios presentes.
- 5) Cuantificar los desperdicios.
- 6) Analizar los desperdicios.
- 7) Diseñar y seleccionar las soluciones.
- 8) Evaluar el impacto de las soluciones.
- 9) Diseñar un plan para la acción-control.

### **2.2.3 El Pokayoke**

Inicialmente lo trabajo el Ingeniero Industrial Shigeo Shingo en la fábrica de TOYOTA en la década de 1960. Poka-yoke es un término japonés que traduce “a prueba de errores”. Poka: Equivocación, errores inadvertidos. Yokeru: evitar. Según Smiller (2013) Inicialmente se deben identificar la fuente de los defectos, sean por los materiales (dañados, equivocados, fuera de especificación y obsoletos), en la mano de obra (mala capacitación, errores inadvertidos por descuidos voluntarios o involuntarios, mala operación de los equipos, equivocaciones, etc.), en los métodos (falta de estandarización, métodos y técnicas poco comprensibles u obsoletos, métodos incompletos) y en la maquinaria (mantenimiento inadecuado o inoportuno, malos ajustes, cambios de deficientes, elementos contaminantes, instalaciones inadecuadas, etc.).

Un Poka-Yoke es una técnica de inspección para mejorar la calidad que se aplica con el fin de prevenir errores en la operación de un sistema, o para hacer que éstos no pasen inadvertidos y puedan ser corregidos. Su finalidad es entonces la eliminación de los posibles errores y condiciones que los generan en tanto son estos los causantes de los defectos presentes los productos finales. Si bien ayuda a evitar defectos en el producto final, también pone gran parte de

la carga de inspección en el sistema de producción, facilitando y reduciendo la carga del personal. De este modo se logra mejorar los resultados de las tareas de inspección, permitiendo que los operarios dirijan más de sus esfuerzos en actividades que agreguen mayor valor al producto.

Este tipo de sistemas se convierte en importantes apoyos a la gestión de procesos, pues al eliminar los defectos no sólo se evita incurrir en costos asociados a los desperdicios, sino también en aquellos generados por concepto de los re-procesos y consumo de recursos adicionales. Los ocho principios filosóficos del Poka-yoke:

1. La construcción de la calidad se hace dentro de los procesos.
2. Todos los errores sin intención y los defectos pueden ser eliminados.
3. Deje de hacerlo mal y empiece a hacerlo bien.
4. No piense en excusas, piense en cómo hacerlo bien.
5. Una posibilidad del 51% de éxito es suficientemente buena para emprender una idea.
6. Los errores y defectos pueden ser reducidos a cero cuando entre todos se trabaja conjuntamente para eliminarlos.
7. Varias cabezas piensan mejor que una.
8. Persiga la causa real de los problemas.

#### **2.2.4 Jidokas**

Automatización con sentido humano, busca crear mecanismos sonoros o visuales que indiquen cuando existen problemas. Este es un método que permite detectar y corregir defectos de la producción, llegando al punto de detener una máquina para impedir la elaboración de productos defectuosos. Esto asegura que la calidad sea controlada en el proceso mismo, de tal forma que se impide el paso de unidades defectuosas de un proceso al siguiente.

La filosofía Jidokas establece los parámetros óptimos de calidad en el proceso de producción, compara los parámetros contra los estándares establecidos, y si los parámetros del proceso no corresponden a los estándares

preestablecidos el proceso se detiene alertando que existe una situación inestable de producción la cual debe ser corregida, esto con el fin de evitar la producción masiva de partes o productos defectuosos.

Los procesos Jidokas son sistemas comparativos de lo “ideal” o estándar contra los resultados actuales de producción. (Mandujano, Karla. 2004).

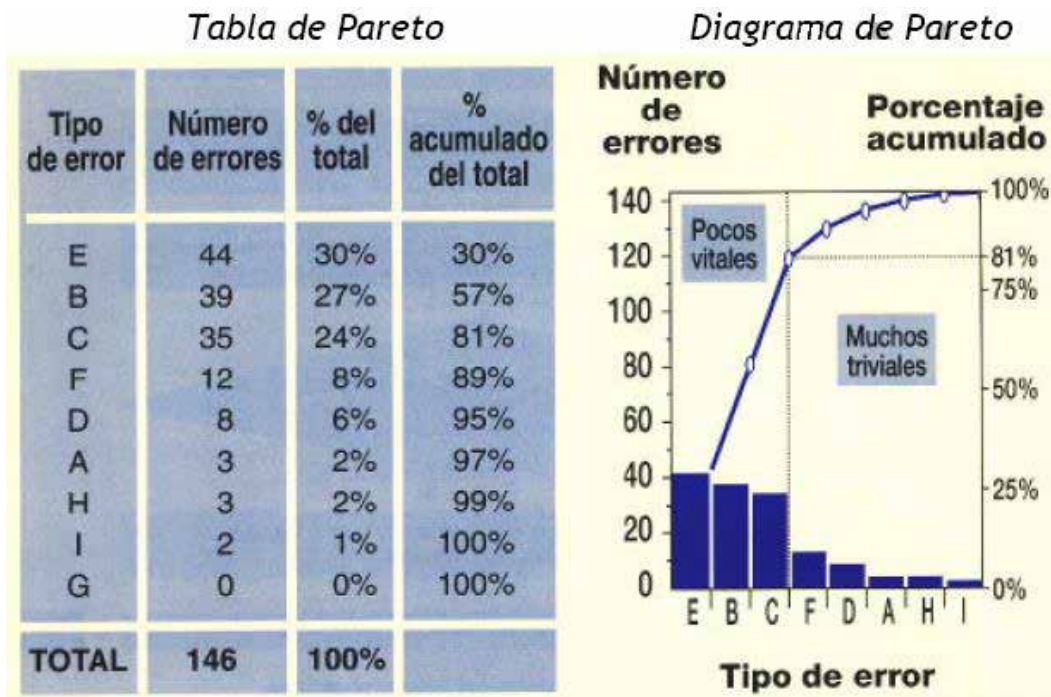
### **2.2.5 Diagrama de Pareto**

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, significa que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema. Por lo tanto, el Análisis de Pareto es una técnica que separa los “pocos vitales” de los “muchos triviales”. Una gráfica de Pareto es utilizada para separar gráficamente los aspectos significativos de un problema desde los triviales de manera que un equipo sepa dónde dirigir sus esfuerzos para mejorar. Reducir los problemas más significativos (las barras más largas en una Gráfica Pareto) servirá más para una mejora general que reducir los más pequeños. Con frecuencia, un aspecto tendrá el 80% de los problemas. En el resto de los casos, entre 2 y 3 aspectos serán responsables por el 80% de los problemas. La gráfica es útil al permitir identificar visualmente en una sola revisión tales minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción correctiva sin malgastar esfuerzos.

### **2.2.6 Elaboración del diagrama de Pareto:**

- Cuantificar los factores del problema y sumar los efectos parciales hallando el total.
- Reordenar los elementos de mayor a menor.

- Calcular los porcentajes de los efectos - Determinar el % acumulado del total para cada elemento de la lista ordenada.
- Trazar y rotular el eje vertical izquierdo (unidades).
- Trazar y rotular el eje horizontal (elementos).
- Trazar y rotular el eje vertical derecho (porcentajes).
- Dibujar las barras correspondientes a cada elemento.
- Trazar un gráfico lineal representando el porcentaje acumulado.
- Analizar el diagrama localizando el "Punto de inflexión" en este último gráfico. Por ejemplo, 80% del valor del inventario total se encuentra en sólo 20% de los artículos en el inventario; en 20% de los trabajos ocurren 80% de los accidentes, o 20% de los trabajos representan cerca de 80% de los costos de compensación para trabajadores. (Ver figura 3).



**Figura 3** Diagrama de Pareto.

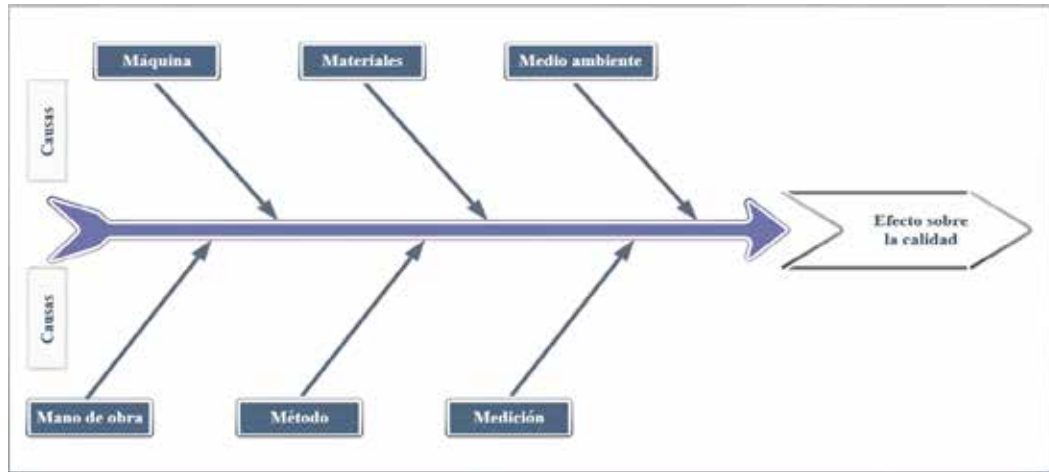
Fuente: Internet

### **2.2.7 Teoría de Ishikawa - Diagrama Causa-Efecto**

El diagrama de Ishikawa ayuda a graficar las causas del problema que se estudia y analizarlas. Es llamado “Espina de Pescado” por la forma en que se van colocando cada una de las causas o razones que a entender originan un problema. Tiene la ventaja que permite visualizar de una manera muy rápida y clara, la relación que tiene cada una de las causas con las demás razones que inciden en el origen del problema. En algunas oportunidades son causas independientes y en otras, existe una íntima relación entre ellas, las que pueden estar actuando en cadena. La mejor manera de identificar problemas es a través de la participación de todos los miembros del equipo de trabajo en que se trabaja y lograr que todos los participantes vayan enunciando sus sugerencias. Los conceptos que expresen las personas, se irán colocando en diversos lugares. El resultado obtenido será un Diagrama en forma de Espina de Ishikawa. Ideado en 1953 se incluye en él los siguientes elementos:

- El problema principal que se desea analizar, el cual se coloca en el extremo derecho del diagrama. Se aconseja encerrarlo en un rectángulo para visualizarlo con facilidad.
- Las causas principales que han originado el problema, gráficamente están constituidas por un eje central horizontal que es conocida como “línea principal o espina central”. Posee varias flechas inclinadas que se extienden hasta el eje central, al cual llegan desde su parte inferior y superior, según el lugar a donde se haya colocado el problema que se estuviera analizando o descomponiendo en sus propias causas o razones. Cada una de ellas representa un grupo de causas que inciden en la existencia del problema. Estas flechas a su vez son tocadas por flechas de menor tamaño que representan las causas.

- El Diagrama que se efectúe debe tener muy claramente escrito el nombre del problema analizado, la fecha de ejecución, el área de la empresa a la cual pertenece el problema, etc. (Ver figura 4).



**Figura 4:** Diagrama de Causa-Efecto.

Fuente: Calidad, Autor Pablo Alcalde San Miguel, 2014.

### 2.2.8 Principios de calidad de Ishikawa

- La calidad empieza con la educación y termina con la educación.
- El primer paso en la calidad es conocer lo que el cliente requiere.
- El estado ideal del control de calidad ocurre cuando ya no es necesaria la inspección.
- Eliminar la causa raíz y no los síntomas.
- El control de calidad es responsabilidad de todos los trabajadores y en todas las áreas.
- No confundir los medios con los objetivos.
- Poner la calidad en primer término y poner las ganancias a largo plazo.
- El comercio es la entrada y salida de la calidad.
- La gerencia superior no debe mostrar enfado cuando sus subordinados les presenten hechos.

- 95% de los problemas de una empresa se pueden resolver con simples herramientas de análisis y de solución de problemas.
- Aquellos datos que no tengan información dispersa (es decir, variabilidad) son falsos.

### **2.2.9 Desperdicio**

La eliminación continua y sostenible de desperdicios es el principal objetivo de Lean. Desde la perspectiva de este sistema un desperdicio se considera como todo lo adicional a lo mínimo necesario de recursos (materiales, equipos, personal tecnología, etc.) para fabricar un producto o prestar un servicio. Dentro del concepto de Lean se identifican siete (7) tipos de desperdicios, estos ocurren en cualquier clase de empresa o negocio y se presentan desde la recepción de la orden hasta la entrega del producto. Adicionalmente, se considera un octavo tipo de desperdicio especial que da origen a lo que en Lean se llama 7+1 Tipos de Desperdicios. A continuación, se explica cada uno de ellos:

**Guajardo (2008)**, define el desperdicio como, “Cualquier elemento que consume tiempo y recursos, pero que no agrega valor al servicio”. Existe una serie de desperdicio dentro de los cuales los más resaltantes son:

- **Sobreproducción:** Este desperdicio se refiere a producir más de lo que el cliente nos está demandando o la cantidad que está dispuesto a pagar, ya sea por un producto o un servicio; se produce comúnmente al tratar de alcanzar un "estándar" de producción, para que la gente no esté ociosa y para aprovechar al máximo la capacidad instalada en la línea de producción.
- **Sobre-procesamiento:** El producto durante su manufactura es transformado de acuerdo a las condiciones establecidas en un contrato celebrado con el cliente (Router) en el cual se especifica bajo qué condiciones de operación se debe elaborar el producto y que características debe cumplir (Requerimientos de calidad); al momento de aplicarle recursos demás en el proceso de manufactura, así como desarrollar operaciones innecesarias que no agregar

valor al producto, tendremos como resultado que toda actividad que no pague el cliente se convierte en este tipo de desperdicio.

- **Inventario:** Desde el punto de vista "negocio," realmente el objetivo de la manufactura es producir "producto terminado," listo para venderse al cliente, sin embargo en los sistemas de manufactura tradicionales (Push, lote, MRP, etc.) el inventario se mueve de manera lenta desde su estado primario, en proceso, e incluso en su fase final provocando que no se complete y se desarrolle el producto cuando el cliente lo requiere, teniendo como resultado un flujo pobre que hace que los inventarios crezcan al estancarse en las diversas fases del proceso provocando almacenes repletos de material en exceso, pies cuadrados utilizados en el almacenamiento en lugar de tener esas superficies trabajando en la manufactura de algún producto (Agregando valor), volviéndose obsoleto, y en última instancia estancando el flujo de dinero.

- **Movimiento:** El recurso más valioso de los procesos productivos es la gente que trabaja en los diferentes niveles de la operación (o al menos así debería de ser), sin embargo, la falta de coordinación, definición y orden de las funciones de cada miembro del proceso hace que se desperdicie tiempo y movimientos en el traslado de una persona de un punto a otro sin agregar valor al producto, esto nos da como resultado un tiempo de manufactura más grande de lo que realmente es. También encontramos este desperdicio en estaciones de trabajo en las cuales la secuencia de las operaciones no está definida de acuerdo a las características de la naturaleza del producto y de la persona que lo transforma.

- **Retrabajo:** Uno de los grandes objetivos de la manufactura esbelta es: "hacer bien las cosas a la primera oportunidad," sin embargo en los procesos tradicionales (Push) o que están iniciando en la implementación de la manufactura esbelta (también en técnicas de seis sigma) es común encontrar procesos poco robustos en los cuales no se cumple la regla y se tiene como consecuencia un alto índice de "costos de Calidad" como lo son el "Scrap," y el Retrabajo, los cuales nos hacen volver a invertir en más recursos para la

elaboración de los productos requeridos por el cliente, por ejemplo: Horas hombre, materiales, tiempo, etc. Encareciendo el producto o el costo de operación.

### **2.3 Definición de Términos Básicos**

**Desperdicio:** La acción y efecto de desperdiciar; Materiales o recursos que ya no se pueden emplear productivamente.

**Estándar:** Un estándar es un conjunto de reglas que deben cumplir los productos, procedimientos o investigaciones que afirmen ser compatibles con el mismo producto.

**Método:** Término utilizado para asignar la técnica empleada para realizar una operación.

**Metodología ESIDE:** Eliminación Sistemática de desperdicios es una metodología que se aplica a través de pasos para asegurar la eliminación de desperdicios en cualquier proceso productivo, la metodología se fundamenta en el Enfoque Sistémico ya que propone presentar todo proceso como un sistema, para el cual el análisis debe girar en torno a dos elementos claves: clientes y resultados.

**Polietileno:** Es químicamente el polímero más simple. Es uno de los plásticos más comunes debido a su bajo precio y simplicidad en su fabricación, lo que genera una producción de aproximadamente 80 millones de toneladas anuales en todo el mundo.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

Según Tamayo, Mario (2003), define al marco metodológico como “Un proceso que, mediante el método científico, procura obtener información relevante para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento”, dicho conocimiento se adquiere para relacionarlo con las hipótesis presentadas ante los problemas planteados. (p.37)

En este mismo orden de ideas todo marco metodológico de una investigación, define el uso de métodos, técnicas, instrumentos, estrategias y procedimientos a utilizar en dicho estudio.

#### **3.1 Tipo de la Investigación**

Según El Manual de Tesis de Grado y Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Libertador, (2016), plantea que un proyecto factible es:

“Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos necesidades de organizaciones o grupos sociales que pueden referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos, o procesos. El proyecto debe tener el apoyo de una investigación de tipo documental, y de campo, o un diseño que incluya ambas modalidades “.

Del mismo modo según Balestrini, M. (2012), expresan: “El diagnóstico es una reconstrucción del objeto de estudio y tiene por finalidad, detectar situaciones donde se ponga de manifiesto la necesidad de realizarlo” (p. 186). Según lo antes mencionado la presente investigación puede delimitarse con la modalidad de proyecto factible.

### **3.2 Diseño de la Investigación**

Según Arias, Fideas (2014), define el diseño de la investigación como “la estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado”. (p.30). Del mismo modo, Arias, Fideas (2014), define: La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de todos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variables alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes”.

Por otra parte, la Universidad Pedagógica Libertador (2.016) expresa:

“Se entiende por investigación de campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales”.

También será de diseño documental, que corresponde a búsqueda de materiales bibliográficos en relación a la problemática a estudiar en este caso teorías, modelos y paradigmas relacionados con la Gestión ambiental. Acerca de este punto, dice Balestrini (2012) es la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos, en el presente estudio la consulta y revisión documental está apoyado en texto y leyes.

Para concluir, en cuanto al diseño del presente trabajo, se clasifica como una investigación de campo y documental, debido a que se trabajaran con datos secundarios obtenidos principalmente de fuentes bibliográficas, documentos en internet, así como manuales de procedimientos y buenas

prácticas de la empresa, pero los datos obtenidos a través del diseño de campo, son los esenciales para el logro de los objetivos y la solución del problema.

### **3.3 Nivel de la Investigación**

Según el autor Arias, F. (2014), define “la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere”. (p. 24)

De esta manera, la siguiente investigación descriptiva pretende desarrollar analizar y describir características más relevantes del proceso de preparación de manteca, identificando las fallas y defectos más comunes.

### **3.4 Población y Muestra**

#### **3.4.1 Población**

La población es un conjunto de individuos de la misma clase, limitada por el estudio y según Tamayo y Tamayo (2007), “La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación.” (p.114). Para los fines del presente trabajo de grado, la población está conformada por los departamentos que conforman la empresa.

#### **3.4.2 Muestra**

La muestra es la que puede determinar la problemática ya que es capaz de generar los datos con los cuales se identifican las fallas dentro del proceso. Según Tamayo, T.Y Tamayo, M (2007), afirma que la muestra “es el grupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno estadístico”. En relación a lo anteriormente mencionado, la muestra estará conformada por el departamento de extrusión.

### **3.5 Técnicas de Recolección de Datos**

Según Arias, F. (2014), “se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información”. (p.67) De

acuerdo a lo expuesto en el párrafo anterior, se obtiene información mediante el contacto directo con el sujeto de estudio, en este caso, en el área de Extrusión, para así ser capaz de describir e identificar la situación actual de dicha área, los métodos, herramientas, equipos que se utilizan y las causas que originan los desperdicios. Para esta fuente se utilizarán las siguientes técnicas para la recolección de información:

#### **Ø Observación directa**

Partiendo de la definición de Arias, Fidias (2014), la observación directa “es un técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos.” (p.125). En el caso de esta investigación dicha técnica servirá para observar los procesos pertinentes para la fabricación de termo encogibles y bolsas.

#### **Ø Entrevista no estructurada**

Según Arias, Fidias (2014), afirma que “en esta modalidad no se dispone de una guía de preguntas elaboradas previamente. Sin embargo, se orienta por unos objetivos preestablecidos que permiten definir el tema de la entrevista”. En el caso de esta investigación se realizaran entrevistas del tipo no estructuradas con el personal operativo y administrativo de la planta, con el fin de dilucidar los procesos de recolección de información.

#### **Ø Revisión Documental**

Según el autor Palella, Santa y Martins, Feliberto (2012), define “La investigación documental se concreta exclusivamente en la recopilación de información en diversas fuentes. Indaga sobre un tema en documentos-escritos u orales- uno de, los ejemplos más típicos de esta investigación son las obras de historia”. Con el uso de esta técnica se recopilará textos corporativos en la intranet de la compañía, para conocer bases de datos o cualquier otra información relacionada con la problemática.

## Ø Instrumentos

La investigación actualmente no se limita a fuentes impresas, esto es gracias al gran uso del internet, a lo largo del tiempo cada vez existen más sitios que ofrecen mucha información de diversos temas a tratar. Por consiguiente, solo se hizo uso de la computadora y sus unidades de almacenaje.

- **Ficha de Observación:** Para la observación directa se utilizará como instrumento a Hoja de Observación, que, para Arias, F. (2014) la define, “como un instrumento en el que se indica la evaluación de un aspecto o conducta a ser observada”. (p.70). De tal modo, que la misma permitirá registrar los datos observados necesarios que conllevan a determinar los factores que afectan la situación planteada y con ello buscar oportunidades de mejoras.
- **Guion Semi-estructurado:** Se utilizará como instrumento las entrevistas no estructuradas a los operarios que laboran en el área de Extrusión, así como los supervisores, para conocer su punto de vista acerca del origen del desperdicio. También se entrevistarán a los mecánicos con el fin de recolectar información sobre el funcionamiento y ajustes de los mismos.
- **Diagrama de Causa-Efecto:** De acuerdo con Ramírez, T. (2012), el análisis causa-efecto es un “proceso que parte de la definición precisa del efecto que deseamos estudiar y, a través de la fotografía de la situación, obtenida mediante la construcción del diagrama, permite efectuar un análisis de las causas que influyen sobre el efecto estudiado”. (p. 99).
- **Diagrama de Pareto:** Con los datos obtenidos, en este caso en específico, con la jerarquización de las causas más recurrentes y significativas sobre el proceso productivo de la organización, se

construyó el Diagrama de Pareto, para efectuar el análisis y detectar las causas que están generando desperdicios en la empresa.

- **Metodología ESIDE:** Mediante esta metodología se identificara el desperdicio presente en el área, aplicando la serie de pasos correspondiente en el proceso de extrusión, con la finalidad de minimizar el desperdicio.
- **Análisis de Contenido:** Para la aplicación de la revisión documental se utilizará el análisis de contenido, según Ramírez, T. (2012) “El análisis de contenido se basa en la lectura (textual o visual) como instrumento de recogida de información, lectura que a diferencia de la lectura común debe realizarse siguiendo el método científico, es decir, debe ser, sistemática, objetiva, replicable, y valida.” (p. 2).

### **3.6 Fases metodológicas**

La presente investigación se encuentra estructurada en cuatro fases, basadas en sus objetivos específicos, con el principal fin de lograr el objetivo general que es disminuir la cantidad de desperdicios en el área de extrusión en la empresa Plásticos Martínez Plamar C.A.

#### **Fase I: Diagnóstico de la situación actual en el área de Extrusión de la empresa plásticos Martínez Plamar C.A.**

En esta fase, se realizó un estudio sobre la situación actual de la empresa, con el fin de determinar las variables que están afectando a la calidad del producto. Para poder determinar esta situación, es necesaria la recopilación de toda la información correspondiente a las no conformidades en el área de proceso. La técnica utilizada para ésta fase será la revisión documental y la observación directa.

**Fase II: Análisis de las posibles causas por las que se producen los desperdicios en el Área de Extrusión de la empresa Plásticos Martínez Plamar, C.A.**

Para el desarrollo de esta fase será necesario la colaboración de todos los trabajadores involucrados en el proceso de Extrusión, además se utilizaron dentro de los análisis de causa-raíz herramientas como: diagrama de Ishikawa, los cinco ¿Por qué?, diagramas de Pareto, Metodología ESIDE.

**Fase III: Elaboración del plan de mejoras continúa en el proceso de Extrusión.**

Una vez concluida la fase II de la presente investigación se procedió a la elaboración de un plan de mejora para el proceso de Extrusión y disminuir la cantidad de desperdicio que genera el proceso, posteriormente, se tomarán las acciones que reduzcan las raíces de las causas más recurrentes.

**Fase IV: Evaluar operativa, técnica, ambiental, social y económicamente la propuesta planteada.**

En esta última fase del proyecto de investigación se realizara una evaluación de costo asociados y potenciales beneficios a la propuesta planteada, con el fin de obtener elementos de juicios necesarios para la toma de decisión de ejecutarlo.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

En este capítulo se presenta todo lo referido al análisis e interpretación de resultados obtenidos, producto de la aplicación de una serie de herramientas de ingeniería industrial, obtenidos en el desarrollo de cada uno de los objetivos planteados en esta investigación.

Para llevar a cabo esta investigación, se propuso 4 fases, las cuales se desarrollaron utilizando la metodología ESIDE:

#### **4.1 Diagnóstico de la situación actual en el área de Extrusión de la empresa plásticos Martínez Plamar C.A.**

##### **4.1.1. Descripción del proceso:**

La Empresa PLAMAR C.A., ofrece a sus clientes impresiones en materiales como el polietileno, papel y polipropileno. Sus impresiones varían entre un color y seis colores, dependiendo de las especificaciones de los clientes.

El proceso está estructurado por 4 áreas fundamentales:

- a) **Mezcla:** Es donde se hace una combinación de resinas candidatas para la obtención de ciertas propiedades deseadas, según el producto. Estas combinaciones se presentan entre polímeros de baja o alta densidad y dependiendo del cliente, se le coloca aditivos, colorantes o deslizantes. (Ver figura 5).



**Figura 5: Área de Mezcla**  
Fuente: Plamar. Año 2020.

- b) **Extrusión:** en el proceso de extrusión, se coloca la mezcla de Polietileno en una tolva y se calienta en un tornillo sin fin. Una vez que se funde, entra en una

boquilla cubierta por un mandril, luego se expande la burbuja por soplado de aire en todo el centro del mandril, hasta alcanzar el grosor de la película deseada, luego la burbuja se enfría con aire proveniente de un anillo de refrigeración que rodea la boquilla.

Los materiales extruidos por soplado se usan para tres (3) formas, tubos continuos para hacer bolsas con sellados de fondo, láminas continuas para termoencogible y láminas continuas pigmentadas utilizadas en las bolsas para pollos con sellado lateral. (Ver figura 6).



**Figura 6: Área de Extrusión**

Fuente: Plamar. Año 2020.

c) **Impresión:** en esta área se encuentra dos (2) impresoras flexográficas:

- **Impresora de seis colores:** destinada a la impresión de bolsas para pollo, bobinas continuas del papel higiénico individual y algunas producciones especiales. [Ver figura 7)



**Figura 7: Impresora de seis colores.**

Fuente: Plamar. Año 2020.

- **Impresora de cuatro colores:** destinada a la impresión de bolsas para hielo, bolsas para colocar las radiografías e impresiones generales. (Ver figura 8)



**Figura 8: Impresora de cuatro colores**

Fuente: Plamar. Año 2020.

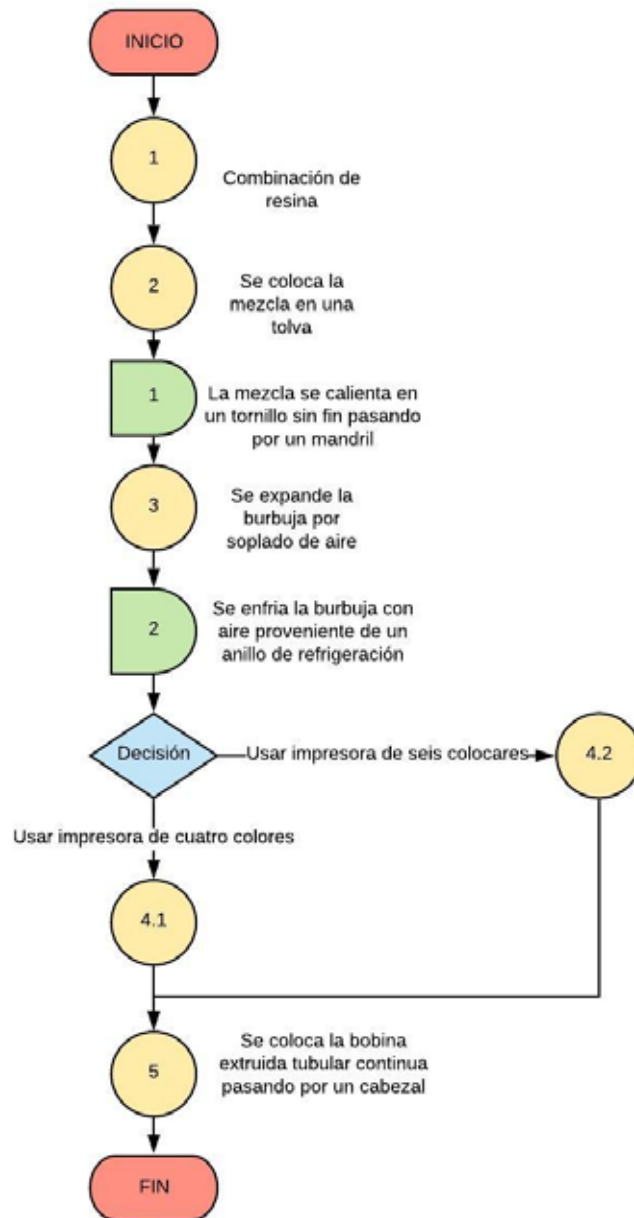
- d) **Corte y sellado de la bolsa:** En este proceso se coloca la bobina extruida tubular continua o lámina impresa, pasando por un cabezal que le da el sellado y corte de la bolsa de acuerdo a las especificaciones establecidas por los clientes. (Ver figura 9).



**Figura 9 : Máquina de Corte y Sellado.**

Fuente: Plamar. Año 2020.

A continuación se muestra los procesos lógicamente ordenados diagrama de flujo con la finalidad de su mejor apreciación:



**Figura 10:** Diagrama del proceso actual de extrusión

Fuente: Arroyo, Alvarado (2020).

#### 4.1.2 Resultados de las entrevistas no estructuradas

Estas fueron realizadas durante el estudio. Durante el desarrollo de este trabajo de grado, y en el tiempo comprendido a los tres (03) meses de visita a la planta, se realizaron una serie de entrevistas al personal calificado que labora en la planta, especialmente a los operadores de las máquinas y los supervisores. Se incorporó también al Ingeniero Jefe de producción, con el fin de obtener sus opiniones en relación a las causas que generan el desperdicio por productos no conformes y cuales según su criterio son los más importantes, así como también las recomendaciones para mejorar el proceso productivo y disminuir las fallas que se generan por las debilidades del proceso que se generan actualmente. A continuación, se muestran las opiniones más comunes, en el Cuadro 1. Entrevista no estructurada realizada a los trabajadores de la empresa Plásticos Martínez Plamar C.A.

**Cuadro 1** Entrevistas no estructuradas

Cargo	¿Cuáles considera usted que son las causas por las que se genera el desperdicio?	¿Qué mejoras propondrías para la disminución de desperdicios?
<b>Pedro Brana</b> Jefe de Producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fallas eléctricas.</li> <li>- Mala utilización de las Herramientas.</li> <li>- Falta de Mantenimiento.</li> <li>- Materia prima de baja calidad.</li> <li>- Limpieza y orden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Instalar parte eléctrica.</li> <li>-Mantenimiento preventivo.</li> <li>-Utilizar materia prima de calidad.</li> <li>-Implementar un sistema de monitoreo y recepción de materia prima.</li> </ul>
<b>Ángelo Oroño</b> Supervisor de producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falla eléctrica.</li> <li>- Mantenimiento de las máquinas.</li> <li>- Herramientas obsoletas.</li> <li>- Turbinas falta tornillo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cambiar los filtros.</li> <li>-Mantenimiento.</li> <li>-Nuevas llaves de aire comprimidos.</li> <li>-Usar mejores herramientas.</li> <li>-Mejor lubricación.</li> <li>-Realizar constantemente perfiles de temperaturas.</li> </ul>
<b>Operador de Extrusora</b> <b>Víctor Sevilla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anillo en mal estado.</li> <li>- Maquinaria sin mantenimiento.</li> <li>- Falla de compresor de aire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Revisar temperatura.</li> <li>-Usar Planta eléctrica.</li> <li>-Hacer mantenimiento.</li> <li>-Utilizar herramientas</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falla de temperatura en filtro.</li> <li>- Falla en Pirómetros de temperaturas.</li> </ul>	adecuadas.
<b>Pedro González Ayudante de Primera</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de homogenización.</li> <li>- Falla eléctrica.</li> <li>- Mal mantenimiento de maquinaria.</li> <li>- Herramientas Obsoletas.</li> </ul>	-Revisar constantemente las medidas de especificaciones.
<b>Héctor Querales Ayudante General</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llave de paso de aire comprimido dañado.</li> <li>- Falta de lubricación en rodamiento de bobinadores.</li> </ul>	-Cambiar hojillas de corte. -Hacer mantenimiento a las maquinas. -Usar planta eléctrica.
<b>Carlos Vargas Ayudante General</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fallas eléctricas.</li> <li>- Mal uso de herramientas.</li> <li>- Mal mantenimiento.</li> <li>-Materia prima de baja calidad.</li> <li>- Falta de supervisión.</li> </ul>	-Usar herramientas adecuadas. -Mantenimiento. -Revisar constantemente perfiles de temperaturas. -Lubricación de partes de motor.

**Fuente: Plásticos Martínez Plamar C.A.**

#### 4.1.3. Resultado de la observación directa

La figura 11 muestra el modelo de la ficha de observación utilizada durante la observación directa en la empresa.

FICHA DE OBSERVACION DIRECTA						
FECHA	# MQ	EQUIPO NO APTO	CAMBIO DE FILTRO	CHEQUEO MATERIA PRIMA	PERSONAL INCOMPLETO	HOJILLA DE CAMBIO
02/05/2020	7	OK	SE COLOCO MALLA CILINDRICA DE MANERA INADECUADA	OK	OK	OK
05/05/2020	7	SE PARA MAQUINA POR INTERRUPCION ELECTRICA, LO CUAL ES NECESARIO VOLVER A ARRANCAR	OK	OK	OK	OK
09/05/2020	7	SE DISPARA UNIDAD DE TRATADO, MIENTRAS SE SOLUCIONA EL MATERIAL DAÑADO FLUYE	OK	OK	OK	OK
10/05/2020	7	PIÑAS (CUÑAS DE CORE) DAÑADAS, MIENTRAS SE REPARAN EL MATERIAL DAÑADO FLUYE	OK	OK	OK	OK

11/05/2020	7	OK	OK	OK	OK	LAS HOJILLAS NO SE ENCONTRABAN APTAS
18/05/2020	7	SE PARA MAQUINA POR NO LIMPIAR BOQUILLA ANTES DE ARRANQUE	OK	OK	OK	OK
22/05/2020	7	OK	OK	OK	EL PERSONA DE MITO SE ENCONTRABA TRABAJANDO EN	OK
23/05/2020	7	OK	OK	OK	AUSENCIA DE AYUDANTE DE OPERADOR	OK
24/05/2020	7	EL COMPRESOR SE DISPARO Y HIZO UN NUEVO ARRANQUE DE MAQUINA	OK	OK	OK	OK

**Figura 11** Modelo de ficha de observación directa

Fuente: Arroyo, Alvarado (2020).

#### 4.1.3. Proceso de Extrusión

Al hacer la visita a la empresa se observaron las fallas presentes en las diferentes áreas, constatando que el área de mayor interés es el de Extrusión. Este hecho se evidencia en la gráfica 1, al cuantificar la cantidad de desperdicios generados en esta área, el cual, como se puede apreciar, sobrepasa los niveles de tolerancias permitidos del 2%, siendo estos entre 4 y 5% del desperdicio generado. Así mismo, se observó que el mayor impacto es generado por el arranque de máquina y adaptabilidad del material a la especificación requerida, pero una vez que el producto ha sido adecuado y se encuentra en pleno proceso de fabricación, emergen fallas que derivan de otras condiciones, como es el caso de la bobina que se descalabra, eso produce desperdicios, ya que ellas están para 100 micras y pasan 120 micras, lo cual genera el llamado oreja de perro, lo que repercute en el sellado de las bolsas

#### **4.1.4 Descripción del método actual en el área de extrusión**

Visualización del proceso actual en el área de Extrusión, va a depender de la planificación de la producción, por lo que la puesta a punto de cada máquina, varía en cuatro formas:

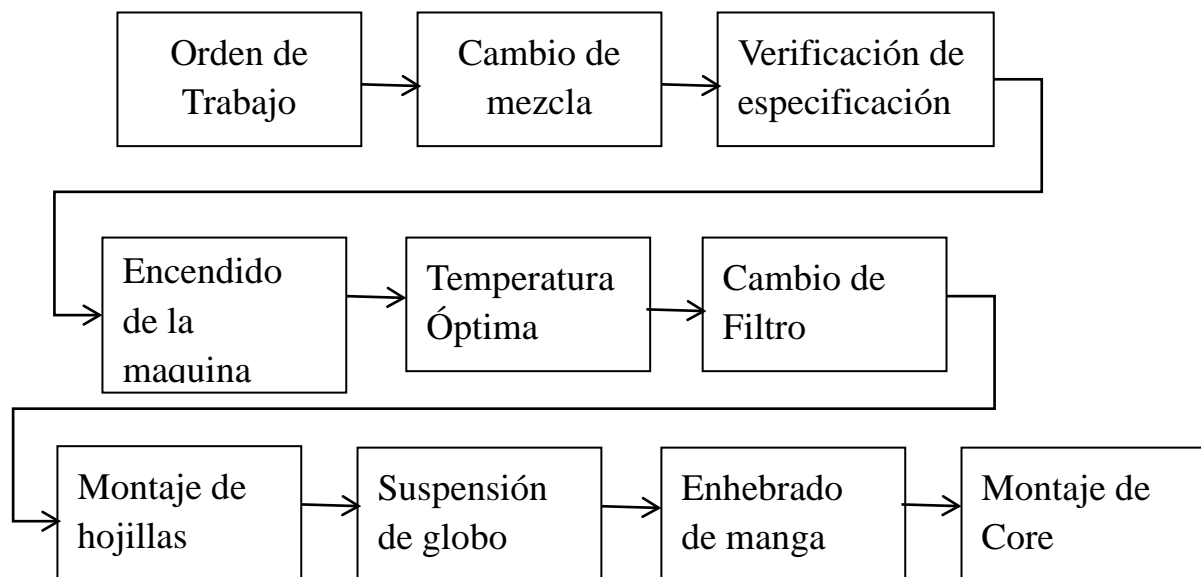
1) Antes de iniciar el proceso de Extrusión se debe considerar: cambio de producto según cliente:

- Una vez que se entrega la orden de trabajo, el operador encargado, verifica la mezcla que va a utilizar y las especificaciones requeridas por el cliente.

- Si la máquina esta parada, debe realizar el proceso de encendido de la máquina y esperar que la misma cumpla el punto de calentamiento óptimo que tiene una duración de 3 horas.

- Una vez que la maquina se encuentre en el nivel de temperatura deseado el operador ejecuta el cambio de filtro, el cual va a garantizar que el material cumpla el proceso de Extrusión de manera limpia sin residuos ni partículas que comprometan la apariencia de la superficie. (ver figura 12)

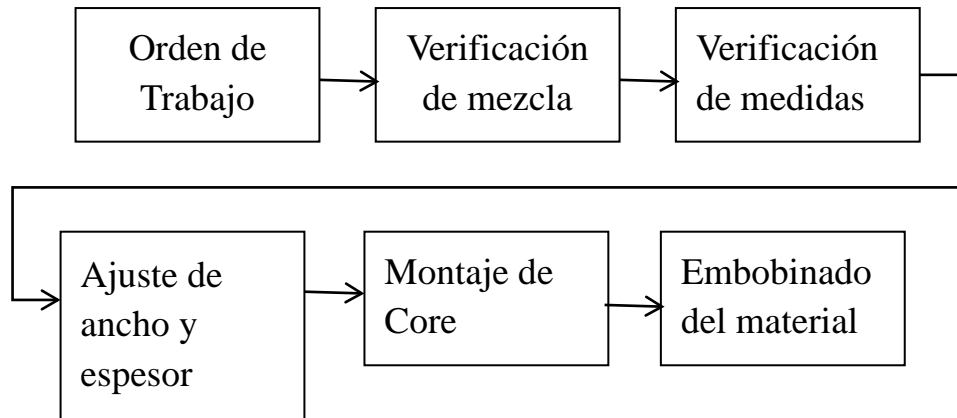
- Para una producción de lámina termoencogible o empaque automático, el operador debe colocar hojillas en los portahojillas, dispositivo que debe estar preparado para dividir la manga tubular en dos láminas con las mismas especificaciones y características.



**Figura 12:** Diagrama de Flujo del área de Extrusión (cambio de Cliente y medida).  
Fuente: PLAMAR C.A.

- Arranque de máquina, el operador se dispone a realizar el levantamiento o suspensión de burbuja.
  - Una vez que el operador efectúa el levantamiento de burbuja procede a realizar el enhebrado de la manga tubular.
  - Luego se procede a efectuar el montaje de Core en barra bobinadora.
- 2- Cuando se cambia la medida de la bolsa pero con otro cliente:
- En este caso la burbuja se mantiene suspendida.
  - Se verifica el producto siguiente según programación.
  - Una vez que se entrega la orden de trabajo, el operador encargado, verifica la mezcla que va a utilizar y las especificaciones requeridas por el cliente.
- Dependiendo el ancho requerido se lleva a la medida deseada de la siguiente manera: sin el ancho es mayor al producto anterior se suministra aire comprimido a al globo, si el ancho es menor al producto anterior se perfora el globo con la hojilla de un corta caja, para que el aire sea expedido por varios orificios y pueda disminuir el globo y lograr la medida deseada.(ver figura 12)

- Ajuste de espesor de producto
- Luego se procede a efectuar el montaje de Core en barra bobinadora.
- Y finalmente se procede al embobinado del material.



**Figura 13:** Diagrama de Flujo del área de Extrusión (cambio de medida pero el mismo cliente).

Fuente: PLAMAR C.A.

#### **4.1.5 Descripción del área, maquinarias, herramientas y materiales utilizados:**

La máquina extrusora 7 que posee la empresa PLAMAR C.A., es de modelo Venus T200X1000, fabricada en Argentina, con una velocidad máxima de 160 metros por minutos, con un tiempo de uso de 12 años, la cual siempre se ha manejado a una velocidad promedio de 10 a 20 metros por minutos.

Entre los materiales que se utilizan para realizar los cambios de clientes, se muestran en la tabla 2.

**Cuadro 2** Materiales para cambio de clientes

MATERIAL	MEDIDAS	CANTIDAD
· llaves Allen.	5, 3/16, ¼ mm	1 C/U
· Martillo de bronce.	N/A	1 UNID
· Micrómetro.	400 µ	1 UND
· Cinta métrica (metro).	3 MTS	1 UND
· Destornillador de pala.	N/A	1 UND
· Guante de tela y PVC	N/A	1 PAR
· Marcador de Test	35, 38, 40 DINAS	1 C/U

**Fuente: Arroyo, Alvarado (2020).**

A continuación se muestra en las Figuras 12 y 13, Lay – out actual del área de Extrusión de la empresa PLAMAR C.A.



**Figura 14:** Lay-out Área de Extrusión  
Fuente: Alvarado, Arroyo 2020

Son dos galpones (31 y 34) de 80 metros de profundidad (horizontal) y 50 metros de ancho (vertical), cada número que se visualiza en el lay-out es una extrusora, la seleccionada para el trabajo de investigación es la número 7, el área también cuenta con dos baños.



**Figura 15:** Área de Extrusión.  
Fuente: Plamar. Año 2020.

Una vez realizado el diagnóstico de la situación actual de la planta en el área de extrusión se pudo observar , primero que las condiciones de trabajo son bastantes adversas, ya que el espacio es bastante reducido para el trabajo de los operadores, y para las máquinas, hay mucho material y herramientas esparcidas por todas partes . Se realizó una inspección de los desperdicios producidos, se puede indicar que son muchos los procesos que dependen del operario, lo que conlleva a errores y fallas como consecuencia de intervención del trabajador. Así mismo, no se aprecia aplicación de mantenimientos de forma diaria, mensual o de otro tipo.

#### **4.2 Análisis de las posibles causas por las que se producen los desperdicios en el Área de Extrusión de la empresa Plásticos Martínez Plamar, C.A.**

##### **4.2.1. Identificación de las paradas de Máquina:**

La Empresa PLAMAR cuenta con datos relativos a las paradas de máquinas, tales como: sus motivos y los tiempos de detención asociados a cada uno de ellos, se planificó la recolección de datos con herramientas simples. Se procedió a codificar las paradas más importantes ocurridas durante el proceso.

La codificación de las paradas permitió hacer un estudio del proceso, por 20 días continuos en jornada diurna, en la realización de cada una de las fases que conforman el proceso productivo en la máquina extrusora 7, el muestreo está basado en las fallas de tratado, ya que son los que presentan el mayor número de paradas de la máquina en estudio.

Una vez obtenido los datos y tomando en cuenta la experiencia de cada operador que manipula la máquina extrusora, se procedió a codificar los tiempos que ocupan la máquina en una jornada de doce horas. (Ver cuadro 2)

**Cuadro 3** Codificación de las paradas

<i>CODIFICACION DE LAS PARADAS</i>	
<i>Código de la actividad</i>	<i>Descripción de la actividad</i>

1	Falla en mezcla
2	Limpieza de Filtro
3	Espera por orden
4	Espera por insumos
5	Fallas eléctricas
6	Falla en la tolva de alimentación.
7	Falta de personal
8	Puesta a punto de la máquina
9	Falla de tratado
10	Piñas (mandril) dañadas
11	Hojillas melladas
12	Fusible dañado de variador
13	Luz en rodillo de tiro
14	Cambio de bobinas
15	Falla del bobinador
16	Falla del desbobinador
17	Falla de planicidad
18	Limpieza de boquilla
19	Bobina extruida con falla de tratado
20	Otras paradas
21	Bobina Colapsada
22	Espera de mecánico
23	Falta de personal
24	Falla en el compresor

**Fuente:** Arroyo, Alvarado (2020).

La recolección de los tiempos de las paradas ocurridas se realizó por un muestreo de dos clientes en distintos días del mes de mayo del año 2020, como se muestra en el Cuadro 4.

Los clientes seleccionados para el estudio, tomando en cuenta que son los que más tienen cambios en las máquinas para montar sus productos fueron:

- Paveca (material de empaque automático para papel higiénico)
- Doña Belén (empaque automático para harina de maíz)

De acuerdo a los tiempos tomados en el Cuadro 4, se puede observar los minutos programados en jornadas de doce (12) horas, los minutos totales de paradas, asociados a las paradas que se establecieron en el cuadro 3 y los porcentajes de paradas de ambos clientes seleccionados para este estudio.

En los porcentajes de parada que aparecen en la tabla 1, se observa lo siguiente:

El dos y trece de mayo la parada de la extrusora 7 fue del 100% de la jornada diurna, significa que estuvo parada en toda una jornada de doce horas, haciendo el arranque de máquina ocupando el mayor tiempo en cambio de filtro, puesta a punto máquina, falla eléctrica y falla de tratado, en el caso de este cliente, los operadores tardan un tiempo promedio de cambio y preparación de cliente de 3 horas.

**Cuadro 4** Hoja de Verificación de Tiempos de Paradas.

FUENTE :PROPIA EMPRESAS PLASTICO MATINEZ PLAMAR. C.A DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO TIEMPO DE PARADA DE LA MAQUINA DE EXTRUSION MES ABRIL 2020													
CLIENTE		PAVECA				DOÑA BELEN							
		TOTAL				TOTAL							
MINUTOS PROGRAMADOS		720	720	720	720	2880	720	720	720	720		2880	
MINUTOS TOTALES DE PARADA		720	220	720	175	1835	720	196	720	170		1806	
PORCENTAJE DE PARADAS		100,0%	31%	100%	24%	64%	100%	27%	100%	24%		63%	
FECHA		2	3	13	14	6	7	17	18				
#	CODIGO DE ACTIVIDADES					SUMAT OFIA	% CON RESPECTO A Min. Prog.					TOT AL	% CON RESPECTO A Min. Prog.
1	PRODUCCION	0	500	0	545	1045	36,28	0	524	0	550	1074	37,29
2	Limpieza de Filtro	50	50	50	50	430	14,93	60	50	60	40	395	13,72
5	Fallas eléctricas	35	30	160	60	240	8,33	0	50	160	0	240	13,72
8	Puesta a punto de la maquina	50	60		35	95	3,3	50	60		25	65	2,26
9	Falla de tratado	240		120		210	7,29	70		100	60	210	7,29
10	Piñas (mandril) dañadas	35		0		470	16,32	50		0		470	16,32
11	Hojillas melladas	5	15	20		430	4,51	60		70		130	4,51
13	Luz en rodillo de tiro	210				35	1,22			255		15	0,52
14	Cambio de bobinas		10	10		25	0,87	20			20	46	1,60
17	Falla planicidad	35	25	170	25	10	0,35		16			5	0,17
18	Limpieza de boquilla	30		70		0	0,00	220				70	2,43
20	Otras paradas			100		110	3,82	80		75		115	3,99
22	Espera de mecánico	30		20		0	0,00	50			5	5	0,17
23	Falta de personal					30	1,04					0	0,00
24	Falla en el compresor	0	30		5	50	1,74	60	20		20	40	1,39
							100,00					100,00	

Fuente: Arroyo, Alvarado (2020).

- El seis y el diecisiete de mayo la parada de la extrusora 7 fue también el 100% de la jornada diurna, significa que estuvo parada en toda una jornada de doce horas, haciendo el cambio al cliente Doña Belén, ocupando el mayor tiempo en las falla eléctrica, falla de tratado, luz en rodillo de tiro y hojillas melladas, en el caso de este cliente, los operadores tardan un tiempo promedio de cambio de 3 horas.

Los días tres, catorce, siete y dieciocho, se presentaron paradas entre 20 y 30% siendo las paradas inevitables para ambos clientes, como lo son: falla eléctrica falla de tratado, separación (luz) en rodillo de tiro.

#### **4.2.2 Identificación de los desperdicios, según la Metodología ESIDE:**

Para identificar los desperdicios presentes en el área de la máquina extrusión, se tomó como referencia los desperdicios especificados en la metodología ESIDE con ello se realizó una lista de verificación a fin de identificar cuales estaban presentes en el área. Así pues, en el cuadro 3, se observan los resultados obtenidos, los cuales serán usados como elementos del sistema.

**Cuadro 5** Desperdicios

<i>Desperdicios</i>
Ø Deficiencia en el método para el empaclado
Ø Incumplimiento de controles
Ø Dificultad en la adquisición de la materia prima
Ø Problemas con la calidad de la materia prima
Ø Falta de automatización del proceso manual
Ø Falta de mantenimiento en las maquinas
Ø Equipos inadecuados

Ø Medición
Ø Falta de inspección de calidad
Ø Desconocimiento de lo procedimientos
Ø Falta de personal

Fuente: Alvarado, Arroyo 2020

#### **4.2.3 Diagrama de Ishikawa Causa-Efecto**

Con el fin de tener un enfoque más objetivo, se procedió a clasificar las causas por las que se genera desperdicio de material en el área de extrusión de la empresa Plásticos Martínez Plamar, C.A., para ello, se tomó en consideración la utilización del diagrama causa-efecto de Ishikawa (ver figura 15 ), así como la cuadro 3 y el gráfico 2.

**ISHIKAWA** GENERACIÓN DE DESPERDICIO EN EL ÁREA DE EXTRUSIÓN



**Figura 16: Diagrama de Ishikawa Causa-Efecto de generación de desperdicio en el área de extrusión.**

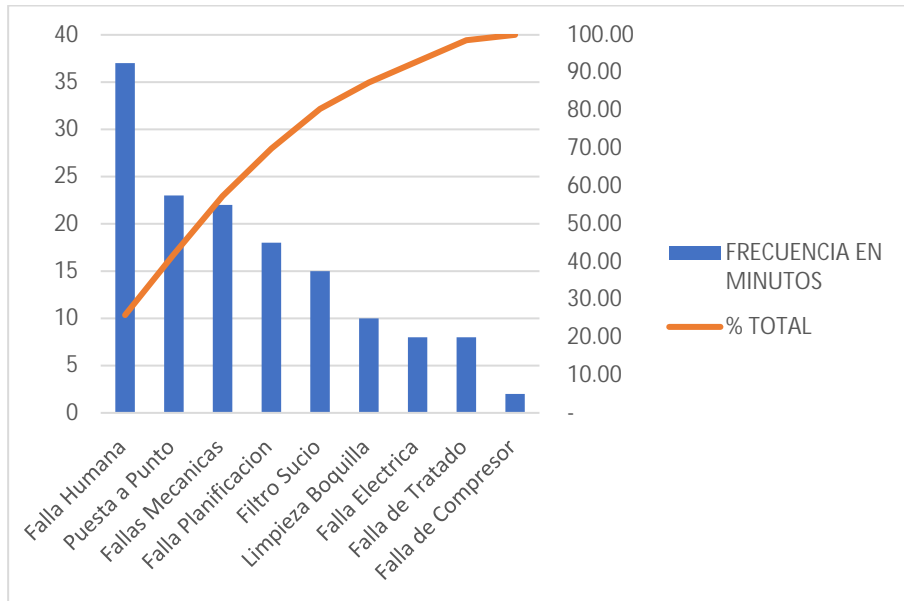
Elaborado por: Alvarado, D. y Arroyo, J. (2020).

Al aplicar la técnica de observación directa, se pudo observar en cada área cuando ocurrió cada falla, y que tipo de falla, en la figura 11 se muestran los resultados. Y para la frecuencia se utilizó la hoja de verificación de tiempos de parada en el Cuadro 4 y en la figura 16 se muestra un diagrama de Pareto con las fallas.

**Cuadro 6** Frecuencia de ocurrencia de fallas

<b>FALLA</b>	<b>FRECUENCIA EN MINUTOS</b>	<b>% RELATIVO</b>	<b>% TOTAL</b>
Falla Humana	37	25,87	25,87
Puesta a Punto	23	16,08	41,95
Fallas Mecánicas	22	15,38	57,33
Falla Planificación	18	12,59	69,92
Filtro Sucio	15	10,49	80,41
Limpieza Boquilla	10	6,99	87,40
Falla Eléctrica	8	5,59	92,99
Falla de Tratado	8	5,59	98,58
Falla de Compresor	2	1,42	100
Total	143	100%	100%

Fuente: Alvarado, Arroyo 2020



**Gráfico 2** Diagrama de Pareto fallas área extrusión

**Fuente:** Alvarado, Arroyo 2020

Luego de analizar el diagrama de Ishikawa y haber elaborado la tabla de frecuencias de las fallas que ocurren con mayor incidencia, ocasionando las paradas no programadas de las máquinas extrusoras y así creando un desperdicio bastante importante de materia prima se puede concluir que las fallas humanas, la puesta a punto de las máquinas, las fallas mecánicas, la falta de planificación y el filtro sucio, son las causas de mayor frecuencia de ocurrencia que motivan las paradas no programadas de las máquinas, en consecuencia el plan de mejora debe ir orientado a atacar inicialmente a estas fallas.

#### **4.3 Diseñar un plan de mejoras en el área de Extrusión de la empresa Plásticos Martínez Plamar C.A.**

Luego de haber obtenido el diagnóstico y el análisis de las posibles causas que generan desperdicio en el proceso de extrusión en la empresa Plásticos Martínez Plamar C.A.; utilizando herramientas de análisis, se encontraron las alternativas de solución a través de la mejora continua.

#### 4.3.1 Formato propuesto para la aplicación de la metodología ESIDE

Para mejorar la productividad del área se propone a corto y mediano plazo lo siguiente: En el área de extrusión para así poder dar seguimiento y posterior evaluación de los resultados obtenidos después de aplicar dicha metodología, La herramienta de Mejora Continua ESIDE es una herramienta que se debe aplicar primeramente en el Departamento de Extrusión y el Supervisor del área será el encargado de llevar el control de la aplicación de la herramienta para posteriormente medir resultados y tomar acciones correctivas.(Ver cuadro 4).

**Cuadro 7** ESIDE Eliminación desperdicios

**PLÁSTICOS MARTÍNEZ PLAMAR C.A**



#### **FORMATO (ESIDE) ELIMINACIÓN SISTEMÁTICA DE DESPERDICIOS**

1.-Area de la empresa a analizar: Extrusión
2.-Definir herramientas a aplicar para detectar los desperdicios: Tormenta de ideas, Diagrama de Ishikawa, los 5 por qué? diagrama de Pareto.
3.-Indicar el alcance del análisis: Con base a datos estadísticos históricos de paradas de las maquinarias del departamento de Extrusión se aplicaran herramientas de mejora continua como lo son el diagrama de Ishikawa, los 5 por qué? y el diagrama de Pareto para identificar cuáles son las fallas con mayor ocurrencia y cuáles son sus causas.

4.-Identificar, cuantificar y analizar los desperdicios: Mediante los resultados de la aplicación de las herramientas de mejora continua ya seleccionadas y aplicadas, se podrá identificar, cuantificar y analizar los desperdicios en el área de Extrusión.
5.-Acciones correctivas para eliminar los desperdicios:
6.-Evaluación del impacto técnico/económico de las acciones correctivas
7.-Plan de acción:
8.- Resultados de la aplicación del plan de acción:
Nombre y apellido del Responsable

Fuente: Alvarado, Arroyo 2020

#### **4.3.2 Elaborar un plan de Capacitación para todo el personal del área de Extrusión**

En cuanto a los procedimientos adecuados para así reducir las paradas por error humano. Dicho plan de capacitación debe ser diseñado por el departamento de recursos humanos en conjunto con el personal de Producción y debe contener las siguientes herramientas. El Plan de Capacitación y Desarrollo del Área de Extrusión, constituye un instrumento que determina las prioridades de capacitación de los colaboradores de Plásticos Martínez Plamar C.A. Dicho plan será llevado a cabo por una organización externa anónima especializada en realizar planes de capacitación, esta organización es de confianza de la alta directiva de la empresa y llevan trabajando en conjunto 15 años aproximadamente.

El Plan de Capacitación incluye los colaboradores que integran la empresa, agrupados de acuerdo a las áreas de actividad y con temas puntuales, algunos de ellos

recogidos de la sugerencia de los propios colaboradores, identificados en las Fichas de Desempeño Laboral. Estamos seguros que las actividades de Capacitación programados en el presente cumplirán con los objetivos establecidos en el Plan Estratégico 2020-2025. Este plan de capacitación estará promocionado por el Departamento de Recursos Humano de la empresa. A continuación, los cuadros del 5 al 8 muestran lo relacionado con el plan de capacitación.

**Cuadro 8** Características del plan de capacitación

<b>DEFINICIÓN</b>	Constituye un instrumento que determina las prioridades de capacitación de los colaboradores de Platicos Martínez Plamar C.A.
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<p><b>MOTIVACIÓN:</b> Un personal motivado y trabajando en equipo, son los pilares fundamentales en los que las organizaciones exitosas sustentan sus logros. Estos aspectos, además de constituir dos fuerzas internas de gran importancia para que una organización alcance elevados niveles de competitividad, son parte esencial de los fundamentos en que se basan los nuevos enfoques administrativos o gerenciales.</p> <p><b>TRATO PERSONAL:</b> La esencia de una fuerza laboral motivada está en la calidad del trato que recibe en sus relaciones individuales que tiene con los ejecutivos o funcionarios, en la confianza, respeto y consideración que sus jefes les prodiguen diariamente. También son importantes el ambiente laboral y la medida en que éste facilita o inhibe el cumplimiento del trabajo de cada persona. Sin embargo, en la mayoría de organizaciones de nuestro País, ni la motivación, ni el trabajo aprovechar significativos aportes de la fuerza laboral y por consiguiente el de obtener mayores ganancias y posiciones más competitivas en el mercado.</p> <p><b>CAPACITACIÓN</b> Tales premisas conducen automáticamente a enfocar inevitablemente el tema de la capacitación como uno de los elementos vertebrales para mantener, modificar o cambiar las actitudes y comportamientos de las personas dentro de las organizaciones, direccionado a la optimización de los servicios de asesoría y consultoría empresarial.</p>
<b>ALCANCE</b>	El plan de capacitación es de aplicación para todo el personal que trabaja en la empresa PLASTICOS MARTINEZ PLAMAR C.A.
<b>MISIÓN</b>	<p>Elevar el nivel de rendimiento de los colaboradores y, con ello, al incremento de la productividad y rendimiento de la empresa.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Mejorar la interacción entre los colaboradores y, con ello, a elevar el interés por el aseguramiento de la calidad en el Producto.</li> <li>•Satisfacer más fácilmente requerimientos futuros de la empresa en materia de personal, sobre la base de la planeación de recursos humanos.</li> <li>•Generar conductas positivas y mejoras en el clima de trabajo, la</li> </ul>

	<p>productividad y la calidad y, con ello, a elevar la moral de trabajo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•La compensación indirecta, especialmente entre las administrativas, que tienden a considerar así la paga que asume la empresa por su participación en programas de capacitación.</li> <li>•Mantener la salud física y mental en tanto ayuda a prevenir accidentes de trabajo, y un ambiente seguro lleva a actitudes y comportamientos más estables.</li> <li>•Mantener al colaborador al día con los avances tecnológicos, lo que alienta la iniciativa y la creatividad y ayuda a prevenir la obsolescencia de la fuerza de trabajo.</li> </ul>
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Preparar al personal para la ejecución eficiente de sus responsabilidades que asuman en sus puestos.</li> <li>•Brindar oportunidades de desarrollo personal en los cargos actuales y para otros puestos para los que el colaborador puede ser considerado.</li> <li>•Modificar actitudes para contribuir a crear un clima de trabajo satisfactorio, incrementar la motivación del trabajador y hacerlo más receptivo a la supervisión y acciones de gestión</li> </ul>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Proporcionar orientación e información relativa a los objetivos de la Empresa, su organización, funcionamiento, normas y políticas.</li> <li>•Proveer conocimientos y desarrollar habilidades que cubran la totalidad de requerimientos para el desempeño de puestos específicos.</li> <li>•Actualizar y ampliar los conocimientos requeridos en áreas especializadas de actividad.</li> <li>•Contribuir a elevar y mantener un buen nivel de eficiencia individual y rendimiento colectivo.</li> <li>•Ayudar en la preparación de personal calificado, acorde con los planes, objetivos y requerimientos de la Empresa.</li> <li>•Apoyar la continuidad y desarrollo institucional.</li> </ul>
<b>METAS</b>	Capacitar al 100% Gerentes, jefes de departamento, secciones y personal operativo de la empresa PLASTICOS MARTINEZ PLAMAR C.A.
<b>ESTRATEGIAS</b>	<p>Las estrategias a emplear son.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Desarrollo de trabajos prácticos que se vienen realizando cotidianamente.</li> <li>– Presentación de casos casuísticos de su área.</li> <li>– Realizar talleres.</li> <li>– Metodología de exposición – diálogo</li> </ul>

Fuente: Alvarado, Arroyo 2020

### Cuadro 9 Tipos de capacitación

<b>CAPACITACIÓN INDUCTIVA</b>	Es aquella que se orienta a facilitar la integración del nuevo colaborador, en general como a su ambiente de trabajo, en particular. Normalmente se desarrolla como parte del proceso de Selección de Personal, pero puede
-------------------------------	--

	también realizarse previo a esta. En tal caso, se organizan programas de capacitación para postulantes y se selecciona a los que muestran mejor aprovechamiento y mejores condiciones técnicas y de adaptación.
<b>CAPACITACIÓN PREVENTIVA</b>	Es aquella orientada a prever los cambios que se producen en el personal, toda vez que su desempeño puede variar con los años, sus destrezas pueden deteriorarse y la tecnología hacer obsoletos sus conocimientos. Esta tiene por objeto la preparación del personal para enfrentar con éxito la adopción de nuevas metodología de trabajo, nueva tecnología o la utilización de nuevos equipos, llevándose a cabo en estrecha relación al proceso de desarrollo empresarial.
<b>CAPACITACIÓN CORRECTIVA</b>	Como su nombre lo indica, está orientada a solucionar “problemas de desempeño”. En tal sentido, su fuente original de información es la Evaluación de Desempeño realizada normal mente en la empresa, pero también los estudios de diagnóstico de necesidades dirigidos a identificarlos y determinar cuáles son factibles de solución a través de acciones de capacitación.
<b>CAPACITACIÓN PARA EL DESARROLLO DE CARRERA</b>	Estas actividades se asemejan a la capacitación preventiva, con la diferencia de que se orientan a facilitar que los colaboradores puedan ocupar una serie de nuevas o diferentes posiciones en la empresa, que impliquen mayores exigencias y responsabilidades. Esta capacitación tiene por objeto mantener o elevar la productividad presente de los colaboradores, a la vez que los prepara para un futuro diferente a la situación actual en el que la empresa puede diversificar sus actividades, cambiar el tipo de puestos y con ello la pericia necesaria para desempeñarlos.

**Cuadro 10** Modalidad de capacitación

<b>FORMACIÓN</b>	Su propósito es impartir conocimientos básicos orientados a proporcionar una visión general y amplia con relación al contexto de desenvolvimiento.
<b>ACTUALIZACIÓN</b>	Se orienta a proporcionar conocimientos y experiencias derivados de recientes avances científico – tecnológicos en una determinada actividad
<b>ESPECIALIZACIÓN</b>	Se orienta a la profundización y dominio de

	conocimientos y experiencias o al desarrollo de habilidades, respecto a un área determinada de actividad
<b>PERFECCIONAMIENTO</b>	Se propone completar, ampliar o desarrollar el nivel de conocimientos y experiencias, a fin de potenciar el desempeño de funciones técnicas, profesionales, directivas o de gestión.

Fuente: Alvarado, Arroyo 2020

### Cuadro 11 Niveles de capacitación

<b>NIVEL BÁSICO:</b>	Se orienta a personal que se inicia en el desempeño de una ocupación o área específica en la Empresa. Tiene por objeto proporcionar información, conocimientos y habilidades esenciales requeridos para el desempeño en la ocupación.
<b>NIVEL INTERMEDIO</b>	Se orienta al personal que requiere profundizar conocimientos y experiencias en una ocupación determinada o en un aspecto de ella. Su objeto es ampliar conocimientos y perfeccionar habilidades con relación a las exigencias de especialización y mejor desempeño en la ocupación
<b>NIVEL AVANZADO</b>	Se orienta a personal que requiere obtener una visión integral y profunda sobre un área de actividad o un campo relacionado con esta. Su objeto es preparar cuadros ocupacionales para el desempeño de tareas de mayor exigencia y responsabilidad dentro de la empresa

Fuente: Alvarado, Arroyo 2020

#### 4.3.3 Elaborar un protocolo para el arranque de las extrusoras.

Desde que están apagadas y también para cuando hay que realizar cambio de

especificaciones para evitar fallas por esa causa, dicho manual de procedimientos debe ser diseñado con base de los manuales de operación de los equipos en conjunto a las especificaciones de la materia prima.

## **PROTOCOLO DE ARRANQUE DE LAS MÁQUINAS EXTRUSORAS**

### **PASOS PARA ARRANQUE DE MAQUINA - PRODUCTO**

1. Se lee programación y se identifica el producto a fabricar según orden y número de lote de manera ascendente
2. Se procede a realizar el calentamiento de maquina por al menos 3 horas
3. En el transcurso de 3 horas de calentamiento se desmonta filtro, se quema y se coloca nueva malla cilíndrica
4. Se monta filtro
5. Si el producto es para lamina termoencogible o para empaque automático se colocan hojillas Schick en portahojillas para dividir manga tubular en 2 láminas de iguales dimensiones
6. Se colocan cores (cilindros de cartón) en barras bobinadoras
7. Se limpia boquilla (cabezal) con Silicone desmoldeante
8. Se coloca material según formula en pie de maquina
9. Se enhebra en rodillos de máquina, material de plástico para enlace en proceso de arranque
10. Se coloca material según formula en tolva de alimentación
11. Una vez transcurrido el tiempo de calentamiento de máquina, se procede a realizar el arranque de la misma
12. El analista de calidad coloca muestra patrón en área de arranque
13. Al arrancar extrusora, el material comienza a fluir por usillo, donde viaja desde tolva de alimentación, cañón por resistencias hasta salir por el cabezal, haciendo enlace con material plástico de cuadro desde donde se forma la burbuja, para posteriormente subir y pasar por rodillo de tiro el cual hace que el material se aplane y tome forma de manga tubular
14. A partir de que el material es transformado en manga este es pasado por las hojillas divisoras y comience a bobinar en cilindro de cartón provisional, mientras se procede adecuar espesor, ancho y apariencia según el requerimiento y especificaciones del cliente, para ello es necesario utilizar hoja técnica de parámetros
15. Una vez realizado el ajuste de parámetros y especificaciones se toma una muestra testigo la cual será evaluada por el analista de calidad

16. Si la muestra testigo esta OK se procede a realizar el reemplazo de core ajustado al ancho requerido según especificación
17. Inicia corrida industrial.

## **PASOS PARA CAMBIO PRODUCTO**

1. Se lee programación y se identifica el producto a fabricar según orden y número de lote de manera ascendente
2. Para cambio de producto con otras características es necesario realizar algunos ajuste mínimos
3. Si el producto que está terminado es transparente y el que le sigue también lo es, no será necesario parar la máquina, se aprovecha la misma burbuja o globo
4. Si el producto es de color (pigmentado) y el que le sigue es material transparente, entonces es necesario parar, limpiar filtro y hacer arranque general de máquina, la única ventaja es que la extrusora ya está caliente
5. Si el producto es para lamina termoencogible o para empaque automático se dejan colocadas las mismas hojillas Schick en portahojillas para dividir manga tubular en 2 láminas de iguales dimensiones
6. Si el producto es manga tubular para bolsa, se desincorporan portahojillas de los bordes de la manga
7. Se colocan cores (cilindros de cartón) en barras bobinadoras
8. Se coloca material según formula en pie de maquina
9. Se coloca material según formula en tolva de alimentación
10. El analista de calidad coloca nueva muestra patrón en área de arranque según cliente
11. Al arrancar extrusora, el material comienza a fluir por usillo, donde viaja, desde tolva de alimentación, cañón pasa por resistencias hasta salir por el cabezal, haciendo enlace con material plástico de producto anterior, dando continuidad a burbuja, para posteriormente subir y pasar por rodillo de tiro el cual hace que el material se aplane y tome forma de manga tubular
12. A partir de que el material es transformado en manga este es pasado por las hojillas divisoras (si lo amerita) y comience a bobinar en cilindro de cartón provisional, mientras se procede adecuar espesor, ancho y apariencia según el requerimiento y especificaciones del cliente, para ello es necesario utilizar hoja técnica de parámetros
13. Una vez realizado el ajuste de parámetros y especificaciones se toma una muestra testigo la cual será evaluada por el analista de calidad
14. Si la muestra testigo esta OK se procede a realizar el reemplazo de core ajustado al ancho requerido según especificación

15. Inicia corrida industrial.

#### 4.3.4 Elaborar un plan de Manteniendo Preventivo, predictivo y correctivo.

La idea de implementar un plan de mantenimiento es para evitar las paradas no programada de los equipos por falta de mantenimiento y capacitar al personal con la filosofía del Mantenimiento Productivo total para que el operario este en la capacidad de atender el equipo en el cual este trabajando. El plan de Mantenimiento debe ser diseñado por el departamento de mantenimiento de la empresa Plásticos Martínez Plamar C.A. En la figura 16 se muestra el formato actual de la empresa.

AREA	MAQ. / DÍA	Días	SEMANA PAR							SEMANA IMPAR									
			L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D			
EXTRUSION	EXTRUSORA 01	Horas																	
	EXTRUSORA 02	Horas																	
	EXTRUSORA 03	Horas																	
	EXTRUSORA 05	Horas																	
	EXTRUSORA 06	Horas																	
	EXTRUSORA 07	Horas																	
	EXTRUSORA 08	Horas																	
	EXTRUSORA 09	Horas																	
	EXTRUSORA 10	Horas																	
	EXTRUSORA 11	Horas																	
	EXTRUSORA 12	Horas																	
	EXTRUSORA 13	Horas																	
	EXTRUSORA 14	Horas																	
	EXTRUSORA 15	Horas																	

Figura 17: Formato de la empresa para mantenimiento

Sabiendo que las pérdidas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos, esto da lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o paro del sistema productivo.

- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.
- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

Las figuras 17 y 18 muestran el plan propuesto de periodicidad del mantenimiento y de causas y efectos de los fallos, para la empresa.

<b>Limpieza y ajuste de tornillería</b>	<b>Periodicidad de la inspección y mantenimiento</b>
Conexiones eléctricas y mecánicas	
Motor eléctrico	
Tableros eléctricos	
Ventiladores de refrigeración	
Tornillo/ Husillo	
Cilindro	2 mes
Garganta de Alimentación	
Tolva	
Plato Rompedor y Filtros	
Cabezales y Boquillas	
Resistencias calefactoras del cilindro	
Resistencia calefactora de la cabeza	
<b>Control y registro de variables</b>	
Temperatura, presión, horas de servicio, RPM	2 meses
Calibración de parámetros	
<b>Lubricación</b>	
Rodamientos del motor	1 año
<b>Valoración y cambio de componentes</b>	
Escobillas	
Resistencias calefactoras de la cabeza	
Resistencias calefactoras del cilindro	
Rodamientos del motor	1 año
Rodamientos del motor reductor	
Rodamientos del tornillo sin fin	
Correas	
Plato Rompedor y Filtros	
Cabezales y Boquillas	2 meses
Tornillo/ husillo	
Cilindro	4 meses
Garganta de Alimentación	6 meses
Tolva	

**Figura 18:** Formato propuesto de periodicidad del mantenimiento

Fuente: Alvarado, Arroyo 2020

## Matriz AMFE de la extrusora de plástico

Componente	Efecto potencial del fallo	Causa potencial del fallo	Condiciones existentes					Acción correctiva	Condiciones resultantes				
			Control actual	Detección	Ocurrencia	Severidad	NPR		Acción emprendida	Detección	Ocurrencia	Severidad	NPR
Husillo	No cumple con transportar y mezclar el material	Pérdida de longitud, diámetro, corte y desgaste mecánico	n/a	5	8	8	320	Mtto preventivo cada 2 meses	Mtto preventivo	4	6	8	192
Cilindro	Perdida de rugosidad, rotura del cilindro, no resistencia a la corrosión, desgaste mecánico, daño de resistencias térmicas y no se enfría	Calentamiento excesivo, uso, desgaste mecánico	n/a	4	1	9	36	Mtto preventivo cada 4 meses	Mtto preventivo	2	1	9	18
Garganta de alimentación	No hay un enfriamiento o calentamiento del material (Según proceso)	Se adhiere el material a las paredes de la garganta	n/a	6	7	7	294	Mtto preventivo cada mes	Mtto preventivo	5	6	7	210
Tolva	Rotura de ensamble entre garganta de alimentación, tolva y boquilla de entrada, adhesión de material por alta temperatura, falla por vibración	Se adhiere el material a las paredes de la tolva, taponamiento de la extrusora, tolva y/o garganta	n/a	6	5	7	210	Mtto preventivo cada 2 meses	Mtto preventivo	5	3	7	105
Plato rompedor y filtros	No recoge los contaminantes del material	Material extruido contaminado	n/a	8	8	8	512	Mtto preventivo cada mes	Mtto preventivo	6	6	8	288
Cabezales y boquillas	Taponamiento por temperatura del material, enfriamiento incorrecto, no moldea el plástico	Material perdido	n/a	2	6	8	96	Mtto preventivo cada 2 meses	Mtto preventivo	2	4	8	64

**Figura 19** Formato propuesto efectos y causas de fallos

Fuente: Alvarado, Arroyo 2020

### 4.3.5 Mantenimiento Productivo Total

Además de esos aspectos de mantenimiento se propone a la empresa el tipo de mantenimiento Productivo Total, el cual se basa en aumentar un nivel de

disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo coste y con el máximo de seguridad para el personal que las utiliza y mantiene.

Por disponibilidad se entiende la proporción de tiempo en que está dispuesta para la producción respecto al tiempo total. Esta disponibilidad depende de dos factores críticos:

1. la frecuencia de las averías, y
2. el tiempo necesario para reparar las mismas.

El primero de dichos factores recibe el nombre de *fiabilidad*, es un índice de la calidad de las instalaciones y de su estado de conservación, y se mide por el tiempo medio entre averías.

El segundo factor denominado *mantenibilidad* es representado por una parte de la bondad del diseño de las instalaciones y por otra parte de la eficacia del servicio de mantenimiento. Se calcula como el inverso del tiempo medio de reparación de una avería. En consecuencia, un adecuado nivel de *disponibilidad* se alcanzará con unos óptimos niveles de *fiabilidad* y de *mantenibilidad*. Es decir, expresado en lenguaje corriente, que ocurran pocas averías y que éstas se reparen rápidamente. A continuación el cuadro muestra los aspectos importantes para la implementación del plan de mantenimiento total.

**Cuadro 12** Aspectos del mantenimiento total

<p><b>PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO TOTAL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.</li> <li>• Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. De tal forma se trata de llegar a la Eficacia Global.</li> <li>• Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos.</li> <li>• Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.</li> </ul>
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.</li> </ul>
<p align="center"><b>OBJETIVOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO TOTAL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reducción de averías en los equipos.</li> <li>•Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos.</li> <li>•Utilización eficaz de los equipos existentes.</li> <li>•Control de la precisión de las herramientas y equipos.</li> <li>•Promoción y conservación de los recursos naturales y economía de energéticos.</li> <li>•Formación y entrenamiento del personal</li> </ul>
<p align="center"><b>ACTIVIDADES FUNDAMENTALES</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•<b>Mantenimiento Autónomo.</b> Comprende la participación activa por parte de los operarios en el proceso de prevención a los efectos de evitar averías y deterioros en las máquinas y equipos. Tiene especial trascendencia la aplicación práctica de las Cinco "S". Una característica básica del TPM es que son los propios operarios de producción quienes llevan a término el mantenimiento autónomo, también denominado mantenimiento de primer nivel. Algunas de las tareas fundamentales son: limpieza, inspección, lubricación, aprietes y ajustes.</li> <li>•<b>Mantenimiento Planificado.</b> Implica generar un programa de mantenimiento por parte del departamento de mantenimiento. Constituye el conjunto sistemático de actividades programadas a los efectos de acercar progresivamente la planta productiva a los objetivos de: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, cero accidentes y cero contaminaciones. Este conjunto de labores serán ejecutadas por personal especializado en mantenimiento.</li> <li>•<b>Prevención de Mantenimiento.</b> Mediante el desarrollo de ingeniería de los equipos, con el objetivo de reducir las probabilidades de averías, facilitar y reducir los costos de mantenimientos. Se trata pues de optimizar la gestión del mantenimiento de los equipos desde la concepción y diseño de los mismos, tratando de detectar los errores y problemas de funcionamiento que puedan producirse como consecuencia de fallos de concepción, diseño, desarrollo y construcción del equipo, instalación y pruebas del mismo hasta que se consiga el establecimiento de su operación normal con producción regular. El objetivo es lograr un equipo de fácil operación y mantenimiento, así como la reducción del período entre la fase de diseño y la operación estable del equipo y la elevación en los niveles de fiabilidad, economía y seguridad, reduciendo los niveles y riesgos de contaminación.</li> <li>•<b>Mantenimiento Predictivo.</b> Consistente en la detección y diagnóstico de averías antes de que se produzcan. De tal forma pueden programarse los paros para reparaciones en los momentos oportunos. La filosofía de este tipo de mantenimiento se basa en que</li> </ul>

	<p>normalmente las averías no aparecen de repente, sino que tienen una evolución. Así pues el Mantenimiento Predictivo se basa en detectar estos defectos con antelación para corregirlos y evitar paros no programados, averías importantes y accidentes.</p>
<p><b>BENEFICIOS DE APLICAR ESTOS MANTENIMIENTOS</b></p>	<p>Entre los beneficios de su aplicación se tienen: a) Reducción de paros; b) Ahorro en los costos de mantenimiento; c) Alargamiento de vida de los equipos; d) Reducción de daños provocados por averías; e) Reducción en el número de accidentes; f) Más eficiencia y calidad en el funcionamiento de la planta; g) Mejoras de relaciones con los clientes, al disminuir o eliminar los retrasos. Entre las tecnologías utilizadas para el monitoreo predictivo tenemos: a) análisis de vibraciones; b) análisis de muestras de lubricantes; c) termografía; y, d) Análisis de las respuestas acústicas.</p>

#### **4.4. Evaluar operativa, técnica, ambiental, social y económicamente la propuesta planteada.**

##### **Evaluación Operativa y técnica**

Para evaluar el desperdicio desde el aspecto técnico, se debe considerar las máquinas de Extrusión, muchas de las cuales ya han cumplido su vida útil, así mismo, la falta de un riguroso plan de mantenimiento, también las condiciones del material, donde unas de las variables más importantes de estos plásticos son su densidad, viscosidad, propiedades de resistencia térmicas, las cuales no son tomadas en cuenta al momento de su uso. Otra situación se refiere a la operatividad, en lo que respecta al manejo de las máquinas, ya que en la actualidad no se cuenta con el personal preparado, debido a la crisis del país donde la migración de personal especializado es bastante alta, y estas empresas no escapan a esa realidad.

##### **Evaluación Ambiental**

En lo referente a la parte ambiental, a nivel mundial existe una gran preocupación por la contaminación producida por la basura, específicamente la derivada del plásticos, ya que son considerado uno de los elementos más contaminantes, aunado a esto, el espacio de trabajo es bastante pequeño, aumentando en gran medida los efectos de contaminación en los trabajadores. Es por ello que se considera importante

la aplicación de un plan de mantenimiento que reduzca los niveles de desperdicio, lo que incidirá directamente en disminuir la contaminación, mejorando las condiciones de trabajo en la empresa.

### **Evaluación social**

El plantear un programa de mantenimiento tiene mucha influencia en la parte laboral, ya que actualmente hay muchos factores contaminantes dentro del área de extrusión, el espacio es pequeño, los trabajadores tienen que hacer frente a las máquinas paradas, lo que duplica el trabajo en las que sí están trabajando. Algunos trabajadores tienen que recoger desperdicios, lo que los hace propenso a enfermedades laborales, problemas de columna, alergias. Esto puede traer problemas de la empresa con la Lopcymat.

### **Evaluación económica**

Desde el aspecto de beneficio para la empresa en estudio, se presenta como un proyecto factible desde la aplicación de las propuestas para el equipo de trabajo que conforma el área de extrusión. Con las propuestas planteadas en pro del Área de Extrusión de la empresa Plásticos Martínez Plamar C.A., se tiene como objetivo reducir las pérdidas de 5% al 2% en promedio que es el estándar permitido por la empresa. Dicha reducción en promedio equivalen a 4.000 Kg de materia prima al mes.

A continuación, en la tabla 4 se muestra la Evaluación Beneficio/Costo, en donde se indica los recursos a utilizar con su respectivo costo indicado en dólares. Es importante resaltar que el valor del plan de capacitación incluye tiempo de dictar el curso, que será de tres semanas, tres fines de semana, esto conlleva una logística de: alquiler de equipos audiovisuales, impresión de folletos a repartir, refrigerios, contratación de personal guía, actos para promocionar los eventos y transporte del personal hasta ubicaciones céntricas, pues serán en fines de semanas.

**Cuadro 13 Evaluación Beneficio/costo**

<b>Recurso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo \$</b>
Diseño de Formato	1	50
Plan de Capacitación	1	50.000
Manual de Procedimiento de arranque	2	50
Plan de Mantenimiento	1	25.000
<b>TOTAL</b>		<b>75.100</b>

Fuente: Alvarado, Arroyo 2020

**Datos:**

Costo: 75.100\$

Beneficio: 4.000 Kg/mes x 12 meses/año= 48.000 Kg/año x 1,90 \$/Kg= 91.200 \$/año

Cálculo de la relación

$$\text{Beneficio/costo: RB/C} = 91.200\$/75.100\$ = 1,214$$

Como se aprecia, el resultado de la relación Beneficio/costos es mayor que 1, por lo tanto se justifica la inversión, ya que los beneficios de aplicar la propuesta son mayores que el costo de aplicarla.

Para obtener el periodo de tiempo en el cual se recuperará la inversión realizada, se utilizó el criterio de rentabilidad económica denominado tiempo de retorno de la inversión (TIR) , para lo cual se establece el cociente entre los costos del proyecto y el ahorro derivado.

$$IR = \frac{\text{Costo Inversion inicial}}{\text{Ahorro derivativo obtenido del nuevo sistema}}[\text{año}]$$

Por consiguiente el valor obtenido de la ecuación anterior corresponde al tiempo en años en el cual se obtendrá el retorno del 100% de la inversión realizada, por ende, multiplicando por un factor de 12 se obtiene el tiempo en meses, para una comprensión más clara del tiempo en el cual se recuperara el capital invertido. A continuación la tabla 5 muestra las variables involucradas en el retorno de la inversión

**Cuadro 14** Variables retorno de inversión

DESCRIPCIÓN	COSTO
COSTO INVERSIÓN INICIAL	75.100\$
AHORRO DERIVATIVO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	91.200 $\frac{\$}{\text{año}}$

Fuente: Alvarado, Arroyo 2020

Aplicando la fórmula queda:

$$IR = \frac{75.100 \$}{91.200 \$/\text{año}} \quad IR = 0,823\text{año} \times 12$$

$$IR = 9 \text{ meses con } 8 \text{ días}$$

Este resultado hace factible aplicar el plan de mantenimiento.

## CONCLUSIONES

De la presente investigación se desprenden una serie de conclusiones que llevan a proponer un plan de mejoras en el área de Extrusión de la empresa Plásticos Martínez Plamar C.A., con el fin de lograr una disminución de la cantidad de materia prima dañada, en base al diagnóstico de la situación actual del proceso de Extrusión en la empresa Plásticos Martínez Plamar C.A., y luego se analizaron las causas obtenidas en el diagnóstico, utilizando herramientas de análisis, encontrando alternativas de solución, para finalmente plasmar la propuesta.

Al realizar el diagnóstico la situación actual del proceso de Extrusión de la empresa Plásticos Martínez Plamar C.A., mediante técnicas de recolección de información, observación directa, revisión documental, obteniendo las causas que generan la pérdida de materia prima causada básicamente por falta de aplicación de herramientas de mejora continua como la planteada ESIDE, falta de Capacitación del personal en las actividades del proceso de Extrusión, falta de un protocolo de arranque de las Extrusoras desde que están apagadas y cuando se realiza un cambio de producto, y falta de un plan de Mantenimiento que busque reducir las paradas no programadas de las máquinas por este motivo.

De igual manera, a través de la revisión documental, se constató que la frecuencia de ocurrencia de cada una de las fallas son repetitivas en todas las máquinas y causan pérdidas importantes respecto a sus costos..

Así mismo, por medio de las diferentes técnicas se procedió a la identificación y análisis de las debilidades encontradas en el diagnóstico, hallando oportunidades de mejora, se empleó la técnica de tormenta de ideas, para realizar el diagrama de causa – efecto, matriz de ponderación, diagrama de barra para obtener las alternativas de solución, para plasmar el plan de mejora.

Luego de realizada la tormenta de ideas, se procedió a ubicar las causas potenciales, para este caso en específico se tomaron en cuenta las categorías de 5M: Métodos y/o Materia Prima, materiales, maquinaria, mano de obra. En cuanto a la jerarquización

de las causas, en donde las que obtuvieron mayor ponderación fueron, la falta de Capacitación del personal, falta de un protocolo de arranque de las máquinas, falta de la aplicación de herramientas de mejora continua como el ESIDE, y falta de un plan de mantenimiento para las Extrusoras.

Como conclusión de lo anterior, se propuso a la empresa el plan de mejoras, con herramientas de mejora continua en el Área de Extrusión de la empresa Plásticos Martínez Plamar C.A. y se realizó la viabilidad técnica, social, ambiental y económica de la propuesta no encontrando ningún impedimento para la aplicación de la misma.

## **RECOMENDACIONES**

Finalmente, una vez elaboradas las conclusiones, se presentan una serie de recomendaciones que se desarrollan a continuación:

- Se recomienda tomar en cuenta el plan basado en herramientas de mejora continua en el área de Extrusión de la empresa Plásticos Martínez Plamar C.A., anteriormente planteadas con previa revisión, análisis y aprobación de parte de la gerencia.
- Realizar seguimiento al cumplimiento de la Propuesta de Mejora para el desarrollo de las actividades, a fin de minimizar todas las fallas.
- Realizar seguimiento de calidad en la materia prima y material de empaçado.
- Realizar talleres de capacitación y adiestramiento que permitan mejorar el desenvolvimiento de los trabajadores en el área de Extrusión de la empresa Plásticos Martínez Plamar C.A.
- Mantener al personal involucrado en los logros obtenidos, escuchar sus propuestas e ideas de mejora con el fin de que se sientan parte del proceso y trabajen más eficientemente.

## REFERENCIAS

- Adler, M. (2012). **Producción y operaciones**. Buenos Aires, Argentina. Ediciones Macchia.
- Aguilar, J. (2010). **La mejora continua. Network de Psicología Organizacional**. México: Asociación Oaxaqueña de Psicología A.C.
- Arias, F. (2012). **El Proyectos de Investigación: Mitos y errores en la elaboración de Tesis y Proyecto de Investigación**. (6° Edición). Caracas - Venezuela. Editorial Espíteme.
- Arreaza, A (2012). **Calidad y Mejora Continua**. Tercera Edición. Argentina, Buenos Aires. Editorial Donostiarra, SA.
- Balestrini, M. (2010). **Cómo se elabora el proyecto de investigación**. (7ª Edición.). Caracas, Venezuela. B&L Consultores Asociados. Servicio editorial.
- Davis, M.; Aquilano, N.; Jacobs R. (2010). **Fundamento de Dirección de Operaciones**. 6ta. Edición. España. Editorial Mc Graw Hill interamericana.
- Deming, W. (2006). **Administración de la calidad**. Editorial Summer. México
- Diago, V. (2018), **Reducción de desperdicios en el proceso de envasado del yogurt Purepak de 210 g en la máquina Nimco en una empresa de lácteos, mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma**. Trabajo de Grado, Universidad de la Costa de Barranquilla, Colombia.
- Gamboa, S. (2004). **Diferencias y Similitudes en la Aplicación del Concepto de Mejoramiento Continuo en el Sector Empresarial Japonés y Estadounidense**. Departamento de Industrial. Pontifica Universidad Javeriana. Colombia.
- Hernández, J. (2018). **Propuesta de un Plan de Mejoras para la Disminución de Desperdicios en la Línea de Galvanizado dos en la Empresa Vicson, S.A**. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial, en la Universidad José Antonio Páez.

- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2015) **Metodología de la Investigación**. México. McGraw Hill Interamericana de México.
- Hurtado, J. (2010). **El Proyecto de Investigación. Comprensión Holística de la Metodología y la Investigación**. Sexta Edición. Caracas. Quirán Ediciones.
- Ishikawa, K. (1943). **Diagrama de Ishikawa**. Recuperado de: <https://diagramadepescado.wikispaces.com/Diagrama+de+Pescado>
- Lugo, G. (2004). **PDCA HOME Los cinco Por qué**. Recuperado de: <https://www.pdcahome.com/los-5-porques-2/>.
- Maneiro, N. y Mejías, A. (2010). **Estadística para Ingeniería**. Universidad de Carabobo. Escuela de Ingeniería Industrial. Primera Edición.
- Masaaki, I. (2001). **Kaizen, la clave de la ventaja competitiva japonesa**. México. CECSA.
- Mata, D. (2018). **Propuesta de un Plan de Mejoras en las Líneas de Decoración de Envases de Aluminio de la Empresa Cervecería Polar C.A. Planta Superenvases**. En la Universidad de Carabobo, como requisito para obtener del título de Ingeniero Industrial.
- Maynard, A. (2013). **Manual de Ingeniería y Organización Industrial**. Tomo 1. Colombia.
- Núñez, B. (2007). **Material de apoyo del seminario Gestión de la Productividad. Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, mención Productividad**. Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”. Barquisimeto, Venezuela.
- Palella, S. y Martins, F. (2010), **Metodología de la Investigación cuantitativa**. (2° Edición). Caracas-Venezuela. Editorial Fedupel.
- Ramos y Flores (2018). **Propuesta de Mejoras para la Reducción de Scrap, en la Línea uno, del Área de Llenado de Cuidado Bucal, en la Empresa Colgate Palmolive Venezuela**. En la Universidad Tecnológica del Centro, como requisito para obtener del título de Ingeniero en Producción Industrial.

- Tamayo y Tamayo, M. (2003). **El Proceso de la Investigación Científica**. Editorial **Limusa Noriega**. (4ta Edición). México.
- Universidad José Antonio Páez (2007). **Normas para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos y trabajos de grado**. Valencia Venezuela.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador UPEL (2014). **Manual de trabajo de grado de maestría y tesis doctorales**. Reimpresión de 3° Edición. Caracas Venezuela.
- Vera, D. (2018). **Implementación de la Metodología de Pesos Porcentuales a los resultados de un análisis de Causa-Raíz en el área de Envasado de Inversiones Servioil C.A**. Informe de Pasantías. Universidad Simón Bolívar, en la Universidad Simón Bolívar de Caracas como requisito para obtención de título de Ingeniero Mecánico.

# ANEXOS

## PLASTICOS MARTINEZ PLAMAR C.A



### FORMATO (ESIDE) ELIMINACIÓN SISTEMÁTICA DE DESPERDICIOS

1.-Area de la empresa a analizar: Extrusión
2.-Definir herramientas a aplicar para detectar los desperdicios: Tormenta de ideas, Diagrama de Ishikawa, los 5 por qué?, diagrama de Pareto.
3.-Indicar el alcance del análisis: Con base a datos estadísticos históricos de paradas de las maquinarias del departamento de Extrusión se aplicaran herramientas de mejora continua como lo son el diagrama de Ishikawa, los 5 por qué? y el diagrama de Pareto para identificar cuáles son las fallas con mayor ocurrencia y cuáles son sus causas.
4.-Identificar, cuantificar y analizar los desperdicios: Mediante los resultados de la aplicación de las herramientas de mejora continua ya seleccionadas y aplicadas, se podrá identificar, cuantificar y analizar los desperdicios en el área de Extrusión.
5.-Acciones correctivas para eliminar los desperdicios:
6.-Evaluacion del impacto técnico/económico de las acciones correctivas
7.-Plan de acción:
8.- Resultados de la aplicación del plan de acción:
Nombre y apellido del Responsable

## **PROTOCOLO DE ARRANQUE DE LAS MAQUINAS EXTRUSORAS**

### **PASOS PARA ARRANQUE DE MAQUINA - PRODUCTO**

18. Se lee programación y se identifica el producto a fabricar según orden y número de lote de manera ascendente
19. Se procede a realizar el calentamiento de maquina por al menos 3 horas
20. En el transcurso de 3 horas de calentamiento se desmonta filtro, se quema y se coloca nueva malla cilíndrica
21. Se monta filtro
22. Si el producto es para lamina termoencogible o para empaque automático se colocan hojillas Schick en portahojillas para dividir manga tubular en 2 láminas de iguales dimensiones
23. Se colocan cores (cilindros de cartón) en barras bobinadoras
24. Se limpia boquilla (cabezal) con Silicone desmoldeante
25. Se coloca material según formula en pie de maquina
26. Se enhebra en rodillos de máquina, material de plástico para enlace en proceso de arranque
27. Se coloca material según formula en tolva de alimentación
28. Una vez transcurrido el tiempo de calentamiento de máquina, se procede a realizar el arranque de la misma
29. El analista de calidad coloca muestra patrón en área de arranque
30. Al arrancar extrusora, el material comienza a fluir por usillo, donde viaja desde tolva de alimentación, cañón por resistencias hasta salir por el cabezal, haciendo enlace con material plástico de cuadro desde donde se forma la burbuja, para posteriormente subir y pasar por rodillo de tiro el cual hace que el material se aplane y tome forma de manga tubular
31. A partir de que el material es transformado en manga este es pasado por las hojillas divisoras y comience a bobinar en cilindro de cartón provisional, mientras se procede adecuar espesor, ancho y apariencia según el requerimiento y especificaciones del cliente, para ello es necesario utilizar hoja técnica de parámetros
32. Una vez realizado el ajuste de parámetros y especificaciones se toma una muestra testigo la cual será evaluada por el analista de calidad
33. Si la muestra testigo esta OK se procede a realizar el reemplazo de core ajustado al ancho requerido según especificación
34. Inicia corrida industrial.

## **PASOS PARA CAMBIO PRODUCTO**

16. Se lee programación y se identifica el producto a fabricar según orden y número de lote de manera ascendente
17. Para cambio de producto con otras características es necesario realizar algunos ajuste mínimos
18. Si el producto que está terminado es transparente y el que le sigue también lo es, no será necesario parar la máquina, se aprovecha la misma burbuja o globo
19. Si el producto es de color (pigmentado) y el que le sigue es material transparente, entonces es necesario parar, limpiar filtro y hacer arranque general de máquina, la única ventaja es que la extrusora ya está caliente
20. Si el producto es para lamina termoencogible o para empaque automático se dejan colocadas las mismas hojillas Schick en portahojillas para dividir manga tubular en 2 láminas de iguales dimensiones
21. Si el producto es manga tubular para bolsa, se desincorporan portahojillas de los bordes de la manga
22. Se colocan cores (cilindros de cartón) en barras bobinadoras
23. Se coloca material según formula en pie de maquina
24. Se coloca material según formula en tolva de alimentación
25. El analista de calidad coloca nueva muestra patrón en área de arranque según cliente
26. Al arrancar extrusora, el material comienza a fluir por usillo, donde viaja, desde tolva de alimentación, cañón pasa por resistencias hasta salir por el cabezal, haciendo enlace con material plástico de producto anterior, dando continuidad a burbuja, para posteriormente subir y pasar por rodillo de tiro el cual hace que el material se aplane y tome forma de manga tubular
27. A partir de que el material es transformado en manga este es pasado por las hojillas divisoras (si lo amerita) y comience a bobinar en cilindro de cartón provisional, mientras se procede adecuar espesor, ancho y apariencia según el requerimiento y especificaciones del cliente, para ello es necesario utilizar hoja técnica de parámetros
28. Una vez realizado el ajuste de parámetros y especificaciones se toma una muestra testigo la cual será evaluada por el analista de calidad
29. Si la muestra testigo esta OK se procede a realizar el reemplazo de core ajustado al ancho requerido según especificación
30. Inicia corrida industrial.