

Diseño de un sistema de costos para el proceso productivo de Plastisander S.A.S

Jonathan Camilo Angarita Mira

Trabajo de grado para optar al título de ingeniero industrial

Director

Orlando León Ortega

Contador público

Tutora

Adriana Sofía Jiménez Plazas

Profesional en seguridad y salud en el trabajo

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Ingeniería Industrial

Bucaramanga

2025

### **Dedicatoria**

*A mi madre, que es un ejemplo de fortaleza y dedicación; la que siempre me apoyó con su amor y me brindó los valores y enseñanzas necesarios para mantenerme firme y tener las fuerzas necesarias durante todo este proceso.*

*A mi hermano Cristian, que es de las personas más importantes y que más amo en mi vida; siempre ha estado ahí apoyándome y siendo un buen hermano.*

*A mi padre, que es un ejemplo de trabajo duro y sacrificio, valores que me han formado y hecho mejor persona.*

*A quienes tomen como ejemplo y guía este proyecto; el trabajo está hecho para que puedan sacar el mejor provecho de él.*

### **Agradecimientos**

Al profesor Orlando León Ortega, por su apoyo, paciencia y orientación para el correcto desarrollo de este trabajo.

A Adriana Sofía Jiménez Plazas, por abrirme las puertas de la empresa, por siempre estar atenta y con buena actitud ante los problemas o inquietudes que se presentaban para sacar este proyecto adelante y por sus consejos y amabilidad a lo largo de todos los meses que compartimos.

A Juliana Cendales, por siempre brindarme su apoyo en los momentos más difíciles a lo largo de la carrera; me encuentro agradecido por su buen corazón y su amor en los momentos más necesarios, así como por sus consejos, que siempre me sirvieron de motivación para continuar.

A Yéssika Tavera, por ser mi amiga y mi compañera a lo largo de todos estos años de carrera, por ser siempre un apoyo incondicional en los momentos adversos y por las alegrías y enseñanzas que compartimos durante todo este tiempo, las cuales siempre voy a llevar en mi corazón.

A Edwin Suárez por su amistad sincera, consejos, risas y experiencias vividas todos estos años. También muy agradecido con mis amigos Juanes Figueroa, Nicolás J. Villamizar, Rafael Tarazona, Jeison Rodríguez y Andrés Aguirre, que con su amistad me han ayudado en los momentos difíciles y he disfrutado de los mejores momentos con ellos.

**Tabla de contenido**

<b>Introducción .....</b>	<b>14</b>
<b>1. Definición del proyecto.....</b>	<b>15</b>
1.1 Reseña histórica .....	15
1.2 Actividad económica .....	16
1.3 Misión .....	16
1.4 Visión.....	16
1.5 Organigrama .....	17
1.6 Mapa de procesos.....	17
<b>2. Planteamiento del problema .....</b>	<b>18</b>
<b>3. Objetivos .....</b>	<b>20</b>
3.1 Objetivo General.....	20
3.2 Objetivos Específicos.....	20
<b>4. Resultados esperados .....</b>	<b>21</b>
<b>5. Marcos de referencia .....</b>	<b>21</b>
5.1 Marco de antecedentes.....	21
5.2 Marco teórico .....	25
<b>6. Metodología .....</b>	<b>50</b>
<b>7. Diagnóstico actual de la empresa .....</b>	<b>54</b>
7.1 Descripción del macroproceso de la empresa.....	54
7.2 Referencias de la empresa.....	57

7.3	Productos de la empresa.....	59
7.4	Referencias más fabricadas.....	60
7.5	Diagrama de recorrido .....	62
7.6	Maquinaria de la empresa .....	67
7.7	Análisis del sistema de costo actual de la empresa.....	69
<b>8.</b>	<b>Selección del sistema de costos apropiado .....</b>	<b>77</b>
8.1	Identificación del problema .....	78
8.2	Selección de criterios de decisión .....	78
8.3	Ponderación de los criterios de decisión.....	79
8.4	Análisis de alternativas .....	79
8.5	Selección de la alternativa .....	80
8.6	Requerimientos para el sistema de costos seleccionado .....	81
<b>9.</b>	<b>Diseño del sistema de costos.....</b>	<b>82</b>
9.1	Materiales directos.....	82
9.2	Mano de obra directa .....	85
9.3	Costos indirectos de fabricación .....	88
<b>10.</b>	<b>Diseño herramienta ofimática.....</b>	<b>96</b>
10.1	Menú de inicio .....	97
10.2	Materia prima.....	97
10.3	Mano de obra directa .....	99
10.4	Costos indirectos de fabricación .....	101
10.5	Hoja de costos .....	101

10.6	Dashboard .....	103
10.7	Manual .....	103
10.8	Formatos de control .....	104
<b>11.</b>	<b>Prueba piloto .....</b>	<b>107</b>
11.1	Capacitación del personal .....	107
11.2	Desarrollo de la prueba .....	108
11.3	Problemas en el desarrollo .....	109
11.4	Observaciones de la gerencia.....	110
11.5	Comparación con el sistema actual de la empresa.....	111
<b>12.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>113</b>
<b>13.</b>	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>114</b>
	<b>Referencias bibliográficas .....</b>	<b>116</b>

**Lista de tablas**

<b>Tabla 1.</b> <i>Mecanismos de control de la materia prima indirecta</i> .....	26
<b>Tabla 2.</b> <i>Clasificación de los costos</i> .....	29
<b>Tabla 3.</b> <i>Componentes de los sistemas de costo</i> .....	33
<b>Tabla 4.</b> <i>Pasos de la Metodología ABC</i> .....	40
<b>Tabla 5.</b> <i>Jerarquía de costos</i> .....	42
<b>Tabla 6.</b> <i>Pasos del flujo de un sistema de costos por órdenes de producción</i> .....	48
<b>Tabla 7.</b> <i>Metodología del trabajo de grado</i> .....	50
<b>Tabla 8.</b> <i>Macroproceso</i> .....	54
<b>Tabla 9.</b> <i>Referencias de los productos</i> .....	57
<b>Tabla 10.</b> <i>Producción en toneladas</i> .....	61
<b>Tabla 11.</b> <i>Precios materia prima directa</i> .....	69
<b>Tabla 12.</b> <i>Consumo de materia prima</i> .....	70
<b>Tabla 13.</b> <i>Costos de materia prima por producto en kilogramos</i> .....	71
<b>Tabla 14.</b> <i>Mano de obra directa</i> .....	72
<b>Tabla 15.</b> <i>Provisiones pagos laborales del sistema actual</i> .....	74
<b>Tabla 16.</b> <i>Costos de la mano obra directa del sistema actual</i> .....	75
<b>Tabla 17.</b> <i>Criterios de decisión</i> .....	79
<b>Tabla 18.</b> <i>Matriz multicriterio</i> .....	80
<b>Tabla 19.</b> <i>Pigmentos usados actualmente por Plastisander S.A.S</i> .....	83
<b>Tabla 20.</b> <i>Plástico con sus proveedores</i> .....	83

<b>Tabla 21.</b> <i>Tintas y alcohol con precios en kilogramos.</i> .....	84
<b>Tabla 22.</b> <i>Provisión pagos laborales del nuevo sistema de costos</i> .....	85
<b>Tabla 23.</b> <i>Días laborales.</i> .....	86
<b>Tabla 24.</b> <i>Horas normales, extras y recargos nocturnos para la reducción de horas laborales.</i> 87	
<b>Tabla 25.</b> <i>Tiempos hora máquina</i> .....	89
<b>Tabla 26.</b> <i>Tiempos mano de obra directa.</i> .....	91
<b>Tabla 27.</b> <i>Costos mensuales de mano de obra directa</i> .....	92
<b>Tabla 28.</b> <i>Costos mensuales de mano de obra directa</i> .....	92
<b>Tabla 29.</b> <i>Costos mensuales materia prima indirecta</i> .....	93
<b>Tabla 30.</b> <i>Costos mensuales servicios</i> .....	94
<b>Tabla 31.</b> <i>Costos mensuales totales</i> .....	94
<b>Tabla 32.</b> <i>Códigos materia prima directa</i> .....	99

**Lista de figuras**

<b>Figura 1</b> <i>Organigrama de Plastisander S.A.S</i> .....	17
<b>Figura 2</b> <i>Mapa de procesos</i> .....	17
<b>Figura 3</b> <i>Diagrama de Ishikawa</i> .....	19
<b>Figura 4</b> <i>Asignación de costos por actividad</i> .....	41
<b>Figura 5</b> <i>Funcionamiento del sistema de costos por procesos</i> .....	45
<b>Figura 6</b> <i>Acumulación de los tres elementos del costo en sistema por órdenes de producción</i> .....	47
<b>Figura 7</b> <i>Ficha técnica producto</i> .....	59
<b>Figura 8</b> <i>Fórmula de número de bolsas a kilogramos</i> .....	60
<b>Figura 9</b> <i>Diagrama de recorrido de bolsa transparente</i> .....	62
<b>Figura 10</b> <i>Diagrama de recorrido de rollo transparente</i> .....	63
<b>Figura 11</b> <i>Diagrama de recorridos de bolsa transparente impresa</i> .....	64
<b>Figura 12</b> <i>Diagrama de recorridos del rollo color</i> .....	65
<b>Figura 13</b> <i>Diagrama de recorridos de la bolsa color</i> .....	66
<b>Figura 14</b> <i>Ficha técnica maquinaria</i> .....	67
<b>Figura 15</b> <i>Tasa predeterminada</i> .....	96
<b>Figura 16</b> <i>Menú de inicio de la herramienta ofimática</i> .....	97
<b>Figura 17</b> <i>Interfaz de materia prima directa</i> .....	98
<b>Figura 18</b> <i>Interfaz de mano de obra directa</i> .....	99

<b>Figura 19</b> <i>Interfaz costos indirectos de fabricación</i> .....	101
<b>Figura 20</b> <i>Hoja de costos</i> .....	102
<b>Figura 21</b> <i>Dashboard</i> .....	103
<b>Figura 22</b> <i>Requisición de materiales</i> .....	104
<b>Figura 23</b> <i>Boletas de trabajo</i> .....	105
<b>Figura 24</b> <i>Horas máquina</i> .....	106

**Lista de apéndices**

**Los apéndices están disponibles en el repositorio institucional**

Apéndice A. <i>Número de referencias</i> .....	57
Apéndice B. <i>Ficha técnica producto</i> .....	59
Apéndice C. <i>Producción toneladas</i> .....	60
Apéndice D. <i>Diagrama de recorrido</i> .....	62
Apéndice E. <i>Ficha técnica maquinaria</i> .....	67
Apéndice F. <i>Sistema de costos Plastisander</i> .....	69
Apéndice G. <i>Turnos mano de obra directa</i> .....	73
Apéndice H. <i>Materia prima directa</i> .....	83
Apéndice I. <i>Costos mano de obra directa</i> .....	86
Apéndice J. <i>Tiempos mano de obra directa</i> .....	88
Apéndice K. <i>Tiempos maquinaria</i> .....	90
Apéndice L. <i>Costos indirectos de fabricación</i> .....	91
Apéndice M. <i>Herramienta ofiomática</i> .....	96
Apéndice N. <i>Soportes herramienta ofiomática</i> .....	97
Apéndice O. <i>Manual herramienta ofiomática</i> .....	103
Apéndice P. <i>Formatos de control</i> .....	104

## Resumen

**Título:** Diseño de un sistema de costos para el proceso productivo de Plastisander S. A. S.\*

**Autor:** Jonathan Camilo Angarita Mira\*\*

**Palabras clave:** Costos, orden de producción, CIF, mano de obra, materia prima, producción.

### Descripción:

Plastisander S.A.S. es una empresa fabricante y comercializadora de productos plásticos que contaba con problemas en su sistema de costos. Así, se descubrió que no contaban con un sistema de costos sólido, fichas técnicas, caracterización de sus productos más relevantes y horas máquina u horas hombre, entre otros aspectos. Se dio solución primero a lo más básico, dejando el sistema de costos como el problema principal por abordar. Se seleccionaron los sistemas de costos que más adecuados a la empresa y se escogió el sistema por órdenes de producción, mediante una matriz multicriterio, tomando en cuenta las opiniones del autor y la gerencia de la empresa, para luego conformar los datos de los cuales empresa carecía, con el propósito de tener bases sólidas para los tres elementos fundamentales del costo, conforme el nuevo sistema y los requerimientos de la empresa. En ese sentido, se construyó una herramienta ofimática que funcionara para hacer los cálculos precisos de los costos por orden de producción. Por último, se hizo una prueba piloto para identificar problemas, capacitar personal y comparar el sistema viejo obsoleto con el nuevo, con el propósito de identificar las mejoras del nuevo sistema de costos para Plastisander S. A. S.

---

\* Trabajo de grado.

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director Orlando León Ortega.

### Abstract

**Title:** Design of a cost system for the production process of Plastisander S.A.S. \*

**Author:** Jonathan Camilo Angarita Mira \*\*

**Key words:** Costs, production order, CIF, labor, raw materials, production.

#### **Description:**

Plastisander S.A.S. is a manufacturer and marketer of plastic products that had problems in its costing system. Thus, it was discovered that they did not have a solid cost system, technical data sheets, characterization of their most relevant products and machine hours or man hours, among other aspects. A solution was first given to the most basic aspects, leaving the cost system as the main problem to be addressed. The most appropriate cost systems for the company were selected and the production order system was chosen by means of a multi-criteria matrix, taking into account the opinions of the author and the company's management, and then the data that the company lacked were compiled, with the purpose of having a solid basis for the three fundamental elements of cost, according to the new system and the company's requirements. In this sense, an office automation tool was built that would work to make accurate calculations of costs by production order. Finally, a pilot test was conducted to identify problems, train personnel and compare the old obsolete system with the new one, with the purpose of identifying improvements in the new costing system for Plastisander S. A. S.

---

\* Bachelor Thesis.

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director Orlando León Ortega.

## **Introducción**

En Colombia el sector de la fabricación de plásticos, en especial las bolsas y rollos de plástico, desempeña un rol importante dentro de la economía, porque se hace necesario en las grandes industrias del país, como los son la agroindustria, diversos sectores industriales, la construcción, el sector alimenticio, farmacéuticas y comercios varios.

El sector ha experimentado un gran crecimiento debido a que los mercados aumentaron su demanda, entre estos destacan los mercados de consumo masivo y la construcción. Esto hace que este sector sea de gran atractivo actualmente para muchos inversionistas.

En Santander actualmente hay muy pocas empresas dedicadas a la fabricación de bolsas y rollos plásticos, las cuales están en disputa por el dominio del mercado a nivel regional. Entre estas destacan empresas como Carlixplast S.A.S, Pladensan, Plasticol DG S.A.S. y Bustaplast. Como el número de competidores es tan reducido y el mercado es tan grande causa que la diferenciación y la eficiencia operativa sean factores clave para la sostenibilidad a largo plazo de las empresas.

En las industrias, los costos de producción y su optimización son factores importantes, ya que sirven como un indicador para medir la eficiencia económica, la productividad y a gestionar mejor los recursos con el fin de minimizarlos; así mismo, revelan cuánto cuesta la producción de los bienes, permitiéndonos establecer precios de venta competitivos, lo que a su vez incrementa el margen de rentabilidad.

La ausencia de un sistema de costos que se adapte a las necesidades de la empresa puede generar obstáculos en el crecimiento económico y el poder de adaptación al mercado, por lo cual

Plastisander S.A.S. enfrenta el desafío de implementar un sistema de costos acompañado de herramientas que permitan identificar con exactitud sus costos de producción, optimizando el uso de recursos para garantizar que la empresa sea sostenible y competitiva en un entorno industrial cada vez más exigente.

En ese sentido, este proyecto nace a partir de las necesidades que está presentando Plastisander S.A.S., al momento de gestionar sus costos, ya que se hace necesario saber cuál sistema de costos es el más apropiado para la empresa y la posterior creación de herramientas a partir de este sistema, que ayude a controlar y sirva para llevar un registro o documentación de los costos de producción, todo esto con el fin de optimizar recursos y tomar las decisiones apropiadas para la planta de producción.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que, así como hay un crecimiento en el mercado, también hay algunos obstáculos que se deben enfrentar como lo son las regulaciones del manejo de residuos plásticos, restricciones ambientales y proyectos de ley que buscan mitigar el impacto ecológico de los plásticos.

## **1. Definición del proyecto**

### **1.1 Reseña histórica**

La historia de Plastisander dio sus inicios en el 2001 con el nombre de industrias plásticas Jaerplats, la cual fue fundada por Albeiro Rincón y Jenny Plazas Rodríguez. Comenzó la comercialización y fabricación de productos plásticos en el barrio Alfonso López. Para el año 2007 se tomó la decisión de mudarse Cra 14 #37-63 en el centro de Bucaramanga, un edificio de 3 pisos,

lo cual le dio un impulso a su expansión dentro del mercado, consiguiendo certificaciones y más reconocimiento a nivel local.

En el año 2020 Jaerplats S.A.S, pasa a llamarse Plastisander S.A.S, debido a que los dos socios fundadores tomaron la decisión de seguir cada uno por su lado, Albeiro se dedicó a la comercialización solamente de plástico y Jenny continuo con la empresa cambiándole el nombre y haciendo una restructuración interna con el propósito de mejorar y crecer en el mercado.

## **1.2 Actividad económica**

Plastisander S.A.S. fue constituida en el 2020. Su dirección reportada en el Registro mercantil es Cra 14 #37-63 en la ciudad de Bucaramanga, Santander. Plastisander S.A.S tiene la forma jurídica de la empresa es: Sociedad Por Acciones Simplificada y pertenece al sector económico con código CIIU 4759, Comercio Al Por Menor De Otros Artículos Domésticos En Establecimientos Especializados. El tamaño de Plastisander S.A.S. es microempresa.

## **1.3 Misión**

«Liderar la fabricación de plásticos y la distribución de todos los productos que hacen del manejo de las industrias en Colombia. Contamos con un equipo humano calificado, dinámico y comprometido con la satisfacción de nuestros clientes y el bienestar de los empleados» (Plastisander S.A.S.).

## **1.4 Visión**

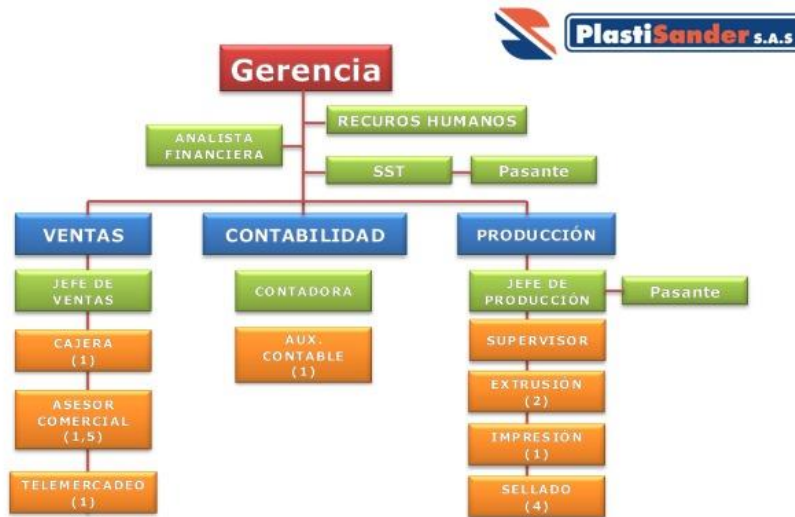
«Lograremos en el año 2025 ser conocidos como uno de los más importantes fabricantes de plástico del país, manejando los servicios de impresión en todo tipo de bolsa plástica y destacados por el servicio y calidad de nuestros productos, avanzando en nuevas tecnologías

acompañado de una excelente administración competente que trabaja en premisas de mejoramiento continuo» (Plastisander S.A.S.).

## 1.5 Organigrama

**Figura 1**

*Organigrama de Plastisander S.A.S.*

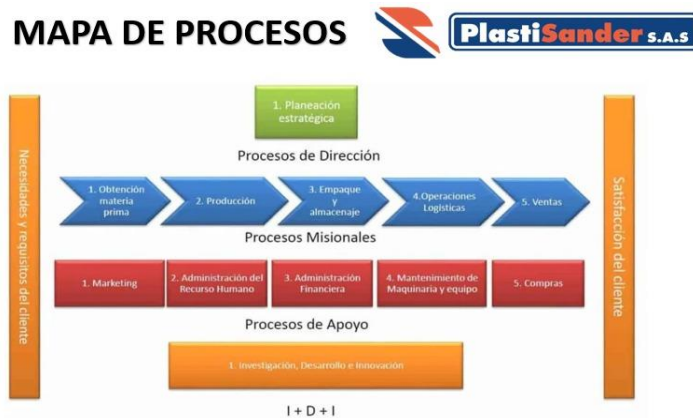


*Nota.* En la figura podemos observar el organigrama con el que cuenta la empresa actualmente, vemos cómo la gerencia está en la cabeza y de ahí se despliegan las 3 ramas, como lo son ventas, contabilidad y producción. Tomado de Plastisander S.A.S.

## 1.6 Mapa de procesos

**Figura 2**

*Mapa de procesos*



*Nota.* En la figura podemos observar el organigrama con el que cuenta la empresa actualmente, vemos como la gerencia está en la cabeza y de ahí se despliegan las 3 ramas como lo son ventas, contabilidad y producción. Tomado de PlastiSander S.A.S.

## 2. Planteamiento del problema

Las empresas manufactureras actualmente cuentan con sistemas de costos adaptados a sus necesidades, ya que estos juegan un papel importante a la hora de conocer los costos de totales, unitarios y la recolección de información. La ausencia de un sistema adecuado limita las capacidades de la empresa, debido al desconocimiento, lo cual afecta la toma de decisiones y reduce significativamente la competitividad de la empresa.

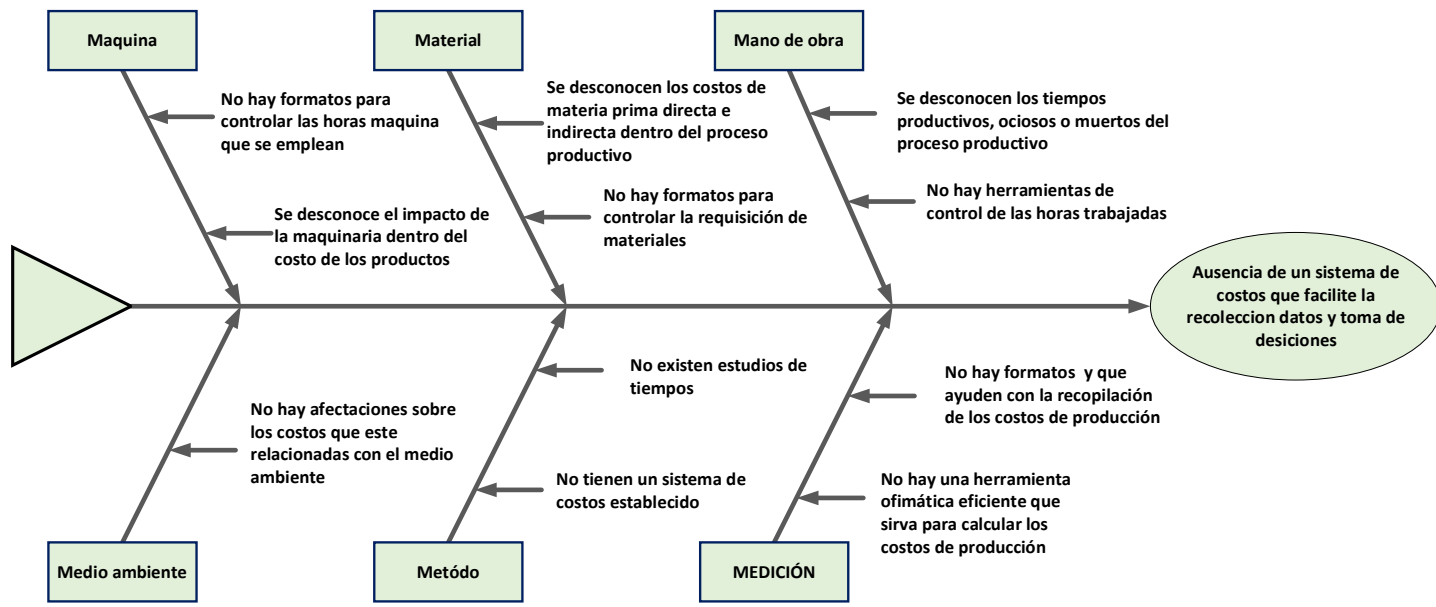
PlastiSander S.A.S. Al ser una empresa en crecimiento, no cuenta con documentación detallada de los costos en los que incurre en sus procesos productivos, por lo cual es difícil determinar los costos y si se están produciendo sobrecostos, tampoco conocemos si los sobrecostos que se generan son debido a fallas mecánicas de las máquinas, fallas de la materia prima o errores de los operarios, ya que no se cuenta con un sistema que ayude a controlar los costos dentro de la planta de producción.

Debido a la situación actual en la que se encuentra empresa, es necesario dar solución a los problemas que tiene respecto a la mala gestión de los costos de producción, por esto se presenta este proyecto, el cual pretende ayudar en el diseño de un sistema de costos que se adapte a las necesidades actuales de la empresa y sea de gran ayuda en el control y en la toma de decisiones, ya que se están enfrentando a desafíos por mantener su competitividad y sostenibilidad a largo plazo.

A continuación, hacemos un análisis con el diagrama de Ishikawa sobre el problema de costos con el que cuenta la empresa actualmente.

### **Figura 3**

*Diagrama de Ishikawa*



Nota. En la figura observamos el diagrama de Ishikawa el cual nos sirve para identificar las causas de nuestro problema raíz en cada una de las áreas. Tomado de Plastisander S.A.S.

### 3. Objetivos

#### 3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de costos para el proceso productivo de la empresa Plastisander S.A.S. El cual proporcione información detallada de los costos de producción, con el propósito controlar y ayudar en la toma de decisiones.

#### 3.2 Objetivos Específicos

- Realizar un análisis del sistema de costos actual de la planta de producción y de sus procesos misionales.

- Realizar una revisión bibliográfica de los costos que son usados en la actualidad por las empresas, para encontrar el sistema de costos que mejor se adapte a la planta de producción de la empresa.
- Determinar los tres elementos fundamentales del costo para el sistema seleccionado, apoyado en un estudio de tiempos de mano de obra y de maquinaria
- Evaluar el sistema propuesto mediante una prueba piloto y compararlo con el sistema actual de la empresa.

#### **4. Resultados esperados**

- Diagnóstico del sistema actual de la empresa Plastisander SAS.
- Levantamiento de los procesos de los productos más comercializados, diagrama de recorrido de los productos, fichas técnicas de las máquinas y de los productos.
- Diseño del sistema de costos que fue seleccionado como el mejor para la empresa.
- Creación de una herramienta ofimática para el sistema de costos propuesto.
- Creación de un formato para el control de costos de producción de la empresa.
- Capacitación al personal sobre el nuevo sistema de costos y el formato de control
- Evaluación del sistema actual mediante una prueba piloto.

#### **5. Marcos de referencia**

##### **5.1 Marco de antecedentes**

Se realizó una revisión bibliográfica del repositorio de la universidad Industrial de Santander en búsqueda de trabajos de grado que tuvieran relación con el área a trabajar. En lo cuales se busca en especial la elección del sistema de costos y el diseño. Se encontraron 3 proyectos con diferentes diseños de sistemas de costos.

El primer proyecto al que se le realizó la revisión fue *Diseño de un sistema de costos para la empresa paneles estructurales formadcol*.<sup>1</sup> (Lázaro, 2021). En el cual se escoge un sistema basado en actividades o ABC debido a que este tipo de sistema es el que mejor se adapta a las necesidades de la empresa, ya que es el de mayor valoración en la matriz multicriterio que se realizó.

El proyecto se destaca en su diseño del sistema costos, ya que abarca bien todos los elementos y da una buena explicación de su asignación según la característica que esté presente, también presenta el cálculo apropiado para conocer los costos unitarios y totales de los productos que son fabricados por la empresa y muestra como este sistema es el más apropiado para estos cálculos debido a la gran variedad de productos y de demanda que tiene la empresa.

La herramienta ofimática que se elaboró es muy práctica para el cálculo de los costos de los tres elementos fundamentales del costo. Además, cuenta con un módulo de modificaciones, el cual permite modificar los parámetros como el costo de la materia prima o el salario de los empleados.

El estudio de tiempos que se realizó en el trabajo es muy oportuno, ya que la herramienta ofimática es alimentada por los tiempos de producción, los cuales incurren en costos. Se hizo el estudio de tiempos por actividades para conocer el tiempo promedio que se gasta por actividad y poder tomar decisiones.

---

<sup>1</sup> Lázaro, J. y Rueda, M. (2021). *Diseño de un Sistema de Costos para la empresa Paneles Estructurales-Formadcol* [Trabajo de pregrado, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio de la Universidad Industrial de Santander.

Un aspecto clave del trabajo fue la buena asignación de los CIF, ya que con el sistema de costos ABC se logró incorporar los CIF a los productos, dando como resultado gastos por mucho dinero que anteriormente no se tenían en cuenta y estaban perjudicando financieramente a la empresa.

El segundo trabajo de grado al cual se le hizo la revisión fue *Diseño de un sistema de costos para la empresa de jugos y fruta de Colombia S.A.S.*<sup>2</sup> (Tovar, 2017). La empresa se encarga de la fabricación y comercialización de jugos, pulpas y demás derivados de las frutas. Por lo cual, el sistema que se escogió según las necesidades de la empresa fue un sistema de costos por procesos. Este sistema es el ideal, ya que la empresa cuenta con una producción continua, lo cual quiere decir que sus productos son estandarizados y no se hacen de acuerdo con pedidos de los clientes.

El diseño del sistema se hace de manera oportuna según los procesos que realiza la empresa, ayudando en la recolección de la información de los tres elementos fundamentales del costo que se incurren en cada uno de los procesos de fabricación de los productos. Se pueden calcular los costos unitarios por proceso de cada producto y el costo total unitario del producto.

La herramienta ofimática que se elaboró es muy buena, ya que permite el fácil cálculo de los costos para cada uno de sus procesos y cuenta con una interfaz de indicadores empresariales, la cual es muy práctica al momento de tomar decisiones ya que, cuenta con estados de resultados y balance general, lo cual va un poco más allá y no se queda con el simple cálculo de los costos.

---

<sup>2</sup> Tovar, J. (2017). *Diseño e implementación de un Sistema de Costos para la empresa Jugos y Frutas de Colombia S.A.S.* [Trabajo de pregrado, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio de la Universidad Industrial de Santander.

Además, en el trabajo se creó un manual para el uso de esta herramienta, el cual sirve de gran ayuda para la capacitación del personal encargado de esta labor.

El tercer trabajo de grado que revisó fue: *Diseño e implementación de un sistema de costos para la empresa mis bordados ltda.*<sup>3</sup> (Morales, 2017). Mis bordados es una empresa que se encarga de la producción de ropa de niños para su exportación, sus principales clientes son de Estados Unidos. La empresa trabaja por pedidos de producción, por lo cual el sistema que escogió para implementar en la empresa es un sistema de costos por órdenes de producción, ya que resulta ser el más ideal para las necesidades que presenta la empresa.

La implementación del nuevo sistema de costos se hace de manera oportuna y nos muestra la comparación del diseño actual vs el anterior, del cual podemos evidenciar grandes errores en cálculo debido al mal diseño con el que se contaba, los cuales se representan en sobrecostos para la empresa y pueden generar una mala toma de decisiones.

El trabajo nos muestra la importancia que tiene un diseño de costos para las empresas y lo valioso que son los operarios al momento de dar a conocer los costos, ya que son ellos los que se encargan de producir los bienes y son los que deben proporcionar la información sobre los costos que se van incurriendo lo largo de la producción.

La herramienta ofimática se diseña con el propósito de calcular los tres elementos fundamentales de los costos de cada una de las órdenes de producción. Además, servirá para apoyar y alimentar el software con el que cuenta mis bordados.

---

<sup>3</sup> Morales, L. (2017). *Diseño e implementación de un Sistema de Costos para la empresa Mis bordados Ltda.* [Trabajo de pregrado, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio de la Universidad Industrial de Santander.

## **5.2 Marco teórico**

### **5.2.1 Costo**

El costo es la base conceptual de la temática que se desarrollara en el trabajo de grado. *El costo se define como el "valor" sacrificado para adquirir bienes o servicio*, (Polimeni, 1994, pág. 28) el cual es necesario para la fabricación de un bien y dará un beneficio futuro. Se mide en dinero, hace parte los estados de resultados y del balance general.

### **5.2.2 Elementos del costo**

Todas las empresas de manufactura incurren en costos de producción, los cuales se dan por el consumo y transformación de recursos en productos en proceso o terminados. Es importante conocer las erogaciones de dinero que se dan en el proceso productivo para su correcta capitalización, por esto se hace necesario determinar la desagregación de los costos de los procesos productivos de la empresa. Los tres elementos de los costos se conocen como materia prima, mano de obra y costos indirectos de fabricación.

### **5.2.3 Materia prima**

La materia prima son esos recursos que son transformados a lo largo de la cadena de producción y se presentan de manera física, los cuales se consumen en los procesos de producción de las empresas y dan como resultado al final un producto terminado que en muchos de los casos no se parece físicamente a los materiales que entraron al inicio de la producción, esto se debe a las transformaciones fisicoquímicas que pudo tener en el proceso. Las materias primas dividen en dos: materia prima directa y materia prima indirecta.

- Materia prima directa

La materia prima directa es fácilmente identificable en el producto ya que, los recursos o materiales iniciales, conservan propiedades físicas que se pueden ver o palpar al final de los procesos productivos, por lo cual se puede decir que son la base de la producción del producto y tiene un valor significativo con respecto a este.

- **Materia prima indirecta**

La materia prima indirecta no es fácilmente identificable a simple vista en el producto y tampoco genera un valor significativo, por lo cual no genera una representación significativa dentro del producto, aunque sí hace parte de este. Este costo a medida que se va generando se va registrando en los CIF.

Este elemento fundamental del costo es sumamente importante, por esto se deben establecer mecanismos que ayuden a controlar y preservar a lo largo del periodo que duren en la planta de producción, los cuales pueden ser:

**Tabla 1**

*Mecanismos de control de la materia prima indirecta*

Control	Descripción
Tiempo de entrega	Los pedidos de materia prima se deben hacer en el momento justo para prevenir excesos y faltantes en el inventario.
Proveedores	Para escoger lo mejores proveedores se deben seleccionar según los márgenes de dinero que la

empresa está dispuesta a pagar, por los estándares de calidad, la buena relación y colaboración que estos puedan ofrecer.

Calidad materia prima	Se debe asegurar que la calidad de la materia prima sea la indicada para generar excelentes productos y reducir los desperdicios o fallas.
Almacenamiento	El almacenamiento de la materia prima debe ser el correcto para que no se generen daños o deterioro por los factores ambientales a los que están expuestos.
Uso de los materiales	El uso o manipulación se debe hacer con las máquinas u operarios adecuados y bajo la supervisión de un encargado, para prevenir daños o mal manejo de los mismos.
Sistema de información	Los sistemas de información juegan un papel importante de en las empresas, por esto se debe tener el sistema apropiado y que mejor se adapte al entorno de la organización.

---

*Nota.* Información tomada de Ramírez Molinares, C. V., García Barbosa, M., y Pantoja Algarín, C. R. (2010). *Fundamentos y técnicas de costos*. Editorial Universidad Libre.

#### 5.2.4 *Mano de obra*

La mano de obra *es el esfuerzo físico o mental empleado en la fabricación de un producto.* (Polimeni, 1994, pág. 12). Los costos de la mano de obra se dan por el tiempo que los empleados u operarios gastan en la fabricación de un producto, el cual es remunerado según el cargo que ocupe dentro de la organización. La mano de obra se divide en dos: mano de obra directa (MOD) y mano de obra indirecta (MOI).

- Mano de obra directa

La mano de obra directa se relaciona fácilmente con la fabricación de un producto, se puede decir que es todo tiempo que se gasta directamente en la fabricación de un producto, por lo cual los tiempos ociosos o inactivos no se tendrán en cuenta para los costos de mano de obra directa, por otro lado, tampoco se tendrán en cuenta los costos de horas extras, ya que estos no están contemplados dentro de la planeación.

- Mano de obra indirecta

La mano de obra indirecta no se relaciona directamente con la transformación o fabricación del producto. Los costos se dan por el salario, horas extras, prestaciones sociales y aportes patronales. También entran dentro de los costos las prestaciones, aportes patronales y horas extras de la mano de obra directa. El tiempo ocioso o inactivo forma parte de la mano de obra indirecta. Cuando este tipo de costo se genera se registra en la parte de costos indirectos de fabricación (CIF).

Para mantener un control sobre la mano de obra, las empresas aplican mecanismos como tarjetas de tiempo o sistemas computarizados, estas herramientas ayudan a conocer el tiempo que los empleados gastan directamente o indirectamente en la fabricación de un producto, esto con el

fin de ayudar en la toma de decisiones o la implementación de estrategias que ayuden a optimizar estos tiempos.

### **5.2.5 Costos indirectos de fabricación**

Los costos indirectos de fabricación son los materiales indirectos, la mano de obra indirecta, las instalaciones, servicios y todos aquellos elementos que influyen en la fabricación de un producto y son difíciles de identificar dentro de los procesos de fabricación y dentro del producto.

La combinación de los tres elementos del costo da términos o conceptos que son aceptados por la comunidad contable, como lo son los costos de mano de obra directa y materiales indirectos, se suelen llamar costos primos; a su vez la suma de los costos indirectos de fabricación y mano de obra directa, se conocen como los costos de manufactura o de conversión porque se encargan de la transformación de los materiales en productos terminados.

### **5.2.6 Clasificación de los costos**

La clasificación de los costos se puede dar en dos casos, costos de manufactura y costos de inventario, ente caso nos enfocaremos en la clasificación de los costos de manufactura porque son los que van relacionados con la temática del proyecto.

#### **Tabla 2**

##### *Clasificación de los costos*

Clasificación de los costos	Descripción
-----------------------------	-------------

De acuerdo con el organigrama del ente económico	<p><b>Costos de manufactura:</b> son aquellos en los que se incurren la fabricación de un producto, como lo son los costos de materia prima, mano de obra e indirectos.</p> <p><b>Gastos:</b> Son aquellas afectaciones que se dan para que las empresas puedan funcionar con normalidad, entre los gastos más comunes están los gastos de ventas, mercadeo, administración y financiamiento</p>
En relación con el volumen de producción	<p><b>Variables:</b> Dependen del comportamiento del volumen de producción, ya que varían dependiendo de los productos que se están fabricando o procesando, un claro ejemplo de estos costos es la materia prima.</p> <p><b>Fijos:</b> Son aquellos que no varían en periodos de tiempo y se mantienen constante, no se dejan afectar por los niveles de producción de los bienes. Un claro ejemplo de esto son los servicios de luz y agua</p> <p><b>Mixtos:</b> Estos costos se suelen mantener constantes dentro de intervalos de tiempo y solo los cambios bruscos que se presentan en los niveles de <b>producción</b> los pueden volver variables, Por ejemplo, en una fábrica un operario puede fabricar 20 zapatos al día, pero la producción aumento a 40 zapatos, esto implicaría que se</p>

---

	<p>requiera un operario extra, por lo cual aumentarían los costos de producción.</p>
Según se identifique o no con los productos	<p><b>Directos:</b> Este tipo de costos suele ser variable, son aquellos que se relacionan directamente con la fabricación del producto, ya sea en lotes o por proceso, se conocen como materiales directos y mano de obra directa.</p> <p><b>Indirectos:</b> Son aquellos que son necesarios para que el correcto funcionamiento de las empresas, estos no están relaciones directamente con la producción del producto, por esto difícil vincularlos a un área o un proceso en específico. Un ejemplo de estos es: cintas, mantenimiento, combustible, puntillas, etc.</p>
Según el grado de controlabilidad	<p><b>Controlables:</b> Este tipo de costos pueden ser manipulados o controlados por la gerencia o los encargados de producción, el mejor ejemplo para esto son los costos de directos, ya que estos dependen de los niveles de producción, los cuales son controlados por los administradores de producción.</p> <p><b>No controlables:</b> Son aquellos que dependen mucho de los factores externos a la empresa, como lo puede ser el</p>

---

---

	<p>medio ambiente o temas legales, como lo son los impuestos o la gasolina.</p>
Según implique o no desembolsos de efectivo	<p><b>Vivos:</b> Este tipo de costos son aquellos que implican erogaciones de dinero en efectivo, como pueden ser para pagar salarios, primas o servicio públicos.</p> <p><b>Hundidos:</b> Son <b>aquellas</b> inversiones que se hicieron en un pasado, ya sea en la compra de maquinaria o vehículos y que son representados como depreciaciones o amortizaciones.</p>
Dependiendo del monto en que se determinan	<p><b>Históricos o reales:</b> Son aquellos que se evidencian a medida que se van consumiendo en el proceso productivo de las empresas. Por ejemplo, los costos del servicio del agua o de la gasolina. Como podemos evidenciar son aquellos que se consumen en la producción de bienes.</p> <p><b>Predeterminados:</b> Estos costos son aquellos que <i>se conocen antes de elaborar los productos y se basan en estudios que permiten determinar los costos de fabricación de los bienes o prestación de los servicios.</i></p>

---

---

(Ramírez Molinares, 2010, pág. 43) Un claro ejemplo de este tipo de costos son los estándares.

---

*Nota.* Información tomada de Ramírez Molinares, C. V., García Barbosa, M., & Pantoja Algarín, C. R. (2010). *Fundamentos y técnicas de costos*. Editorial Universidad Libre.

### 5.2.7 *Concepto de los sistemas de costos*

Los sistemas de costos o contabilidad de los costos sirven para gestionar de manera correcta la empresa, ya que tienen *a su cargo el registro, la identificación, la clasificación, la acumulación, el análisis y la interpretación de la información con el propósito de proveer informes claros y valiosos para la toma de decisiones*. Esto nos ayuda crear herramientas de recopilación y control los costos, con el propósito de generar una mejora continua en la empresa y ser cada vez más competitivos, ya que actualmente las empresas grandes, están dejando de calcular sus costos de manera tradicional y se están enfocando en tener sistema de costos que se adapte a la empresa y que gestione de manera confiable y exacta sus costos.

Conociendo en que se basan los sistemas de costos, se hace muy conveniente realizar un análisis de los componentes de los sistemas de costos: Personas, Materia prima, instalaciones, maquinaria, tecnología, recursos tangibles e intangibles, normas y procedimientos e información.

### **Tabla 3**

*Componentes de los sistemas de costo*

Componentes	Descripción
-------------	-------------

---

Personas	Las personas o la mano de obra, la cual puede ser directa o indirecta, se encargan de la fabricación de bienes, cumpliendo con diferentes roles dentro de las empresas los cuales son asignados según su nivel de complejidad, riesgo, estudio y experiencia en el área que se requiere desarrollar una actividad o trabajo.
Materia prima	Las materias primas, las cuales se pueden clasificar en directas o indirectas, son aquellas que son transformadas y convertidas dentro de los procesos productivos de las empresas en productos terminados, con el objetivo de sacar un beneficio socioeconómico
Instalaciones, Maquinaria y tecnologías	Las instalaciones, maquinaria y tecnologías son aquellas que se emplean dentro de los procesos productivos de una empresa y están directamente relacionadas con los costos indirectos de fabricación, <i>el cual agrupa una variedad de conceptos que se transfieren a los costos de los productos por medio de acumulaciones, prorrateos y asignaciones.</i> (Ramírez Molinares, 2010, pág. 32)
Recursos tangibles e intangibles	Los recursos tangibles o intangibles que son usados en los procesos productivos de las empresas forman parte de los costos indirectos. Estos recursos dependen mucho del tipo de empresa, de las características de los procesos, la maquinaria, el tamaño de la planta de producción en otras variables. Estos recursos pueden ser puntillas, pegamento, agua, arriendo, impuestos, etc.

---

Normas	<p>Las normas y procedimientos son sumamente importantes ya que cumplen con la función de que los procesos dentro de la empresa se estén desarrollando de manera correcta, cumpliendo con los estándares definidos y cumpliendo con las metas propuestas, son de aporte para tener claridad en cuanto como se deben realizar las actividades y los métodos de control que se deben aplicar.</p>
Información	<p>La información que suministra un sistema de costos se da en volúmenes de producción y en los costos en lo que se incurren al producir un producto, estos pueden unitarios o totales. Esta información es presentada a manera de reporte a las gerencias para ayudar en su toma de decisiones.</p>

---

*Nota.* Información tomada de Ramírez Molinares, C. V., García Barbosa, M., & Pantoja Algarín, C. R. (2010). *Fundamentos y técnicas de costos*. Editorial Universidad Libre.

### **5.2.8 Naturaleza de los sistemas de costos**

Las empresas que se encargan de fabricar bienes van a incurrir el uso de materiales de distintas clases y en mano de obra de diferentes niveles, según la tarea o función que realicen dentro de la entidad, mediante el uso de metodologías que fueron planeadas con anterioridad para tener un mejor desempeño en las labores asignadas, los cuales hacen parte de los sistemas de producción y son los que generan, acumulan e integran los costos de los bienes que se fabrican.

El tipo de empresa que se encarga de la fabricación de bienes para su comercialización, debe diseñar e implementar un sistema de costos, el cual vaya conectado con el funcionamiento

de su sistema de producción, La información que generan estos sistemas son de vital importancia, para establecer controles sobre los costos de los productos, para establecer los precios de venta, para la planeación del presupuesto de producción, ventas y compras, como podemos evidenciar sirven para la toma de decisiones gerenciales en diferentes aspectos del sistema de producción.

Los sistemas de costos sirven para *la recolección, análisis, clasificación, procesamiento y control de dichas operaciones y sus resultados, entre otras cosas para:*

*a) Conocer los costos de los productos que elabora, lo cual es aplicable tanto a bienes como a servicios.*

*b) Coadyuvar con la contabilidad general o financiera en la preparación de la información contable.*

*c) Contribuir con el establecimiento de controles sobre la producción y los elementos utilizados en la preparación de la misma, tanto en cantidades como en calidades y valores monetarios.*

*d) Ayudar a incrementar las utilidades de la entidad proporcionando la información necesaria que permita mantener los costos de los bienes que fabrica o servicios que presta en sus niveles justos. (Ramírez Molinares, 2010, pág. 35).*

### **5.2.9 Clasificación de los sistemas de costos**

Los sistemas de costos son un conjunto de procedimientos que ayuda a conocer los costos del producto, controlar los costos y tomar decisiones gerenciales. La clasificación de los sistemas de costeo se considera, según 3 puntos de vista, los cuales son: según la modalidad del proceso

productivo desarrollado, según la clase de costos que se carguen el producto, según la metodología utilizada en la determinación y el tratamiento de los costos fijos.

**5.2.9.1 Según la clase de costos que se carguen al producto.** La base estos sistemas de costos son la acumulación de información, que sirve para su posterior análisis, control y toma decisiones. La acumulación de los costos tiene dos principales componentes, sistema de costos por órdenes de producción y sistema de costos por procesos

- **Sistema de costos por órdenes de producción**

La acumulación de los costos se da por lotes o pedidos específicos, por cuál se puede concluir que no hay una producción continua y toda sea por lotes de producción. Los costos totales se calculan por órdenes de producción que se realizan y los unitarios es la división de los totales por el número de piezas fabricadas dentro de ese lote.

- **Sistema de costos por procesos**

Este tipo de sistema aplica para las empresas que su producción es en línea o continua durante todo sistema, en este sistema se utiliza como unidad de costo el proceso, el costo total se da por procesos y los unitarios son el total dividido por las unidades de producidas, así nos da el costo unitario del proceso y el del producto se da mediante la suma de todos los costos unitarios de los procesos. Las empresas que hacen uso de este sistema tienden a estandarizar cada vez más sus procesos y no se debe interrumpir la cadena de producción porque pueden ocurrir grandes problemas.

**5.2.9.2 Según la clase de costos que se carguen el producto.** Este tipo de sistema puede darse de dos maneras: sistema de costos reales y sistema de costos predeterminados.

- **Sistema de costos reales**

Los sistemas de costos reales son aquellos a los que se les carga el costo real en que se incurrió durante el sistema productivo, dándonos un costo de mercancía vendida real. La importancia de este tipo de costo es que nos puede aproximar más al costo óptimo y podemos poner precios de venta mejores y así maximizar las ganancias de la empresa.

- **Sistema de costos predeterminados**

Los sistemas de costos predeterminados se dividen en dos: costos estimados y estándar. Este tipo de costos se le carga lo que se espera sean los costos, dándonos un costo de mercancía vendida estándar.

Los costos estándar son estimados con bases estadísticas, haciendo uso de herramientas de simulación y *son aquellos que deberían incurrirse en determinado proceso de producción en condiciones normales* (Polimeni, 1994, pág. 24). Suelen cumplir el mismo propósito de un presupuesto. Los costos estimados se dan cuando se consideran a partir de pronósticos poco elaborados; suelen darse a partir de la lógica o haciendo uso de datos históricos.

**5.2.9.3 Según la metodología utilizada en la determinación y el tratamiento de los costos fijos.**

Para este tipo de sistemas hay dos clases: sistema de costeo total y sistema de costeo variable.

- **Sistema de costeo total**

Los sistemas de costos totales son conocidos también como absorbentes, ya que en él se cargan todos los costos de producción, tan costos fijos como variables, ya que estos son los que conforman el costo del producto o bien que se ha fabricado. Los productos pasan por todos los centros de trabajo, absorbiendo todos los costos que se incurren al fabricar un producto.

- **Sistema de costeo variable**

Los sistemas de costos variables son aquellos que solo constituyen costos variables de producción, los cuales varían con los niveles de producción. Estos costos se ven reflejados en los inventarios y hacen parte del costo de productos fabricados.

Como podemos evidenciar, hay varios tipos de sistemas de costos. Solo hizo falta el sistema de costos ABC, el cual se podría clasificar según la modalidad del proceso y se da como una herramienta gerencial, la cual no hace parte de los sistemas de costos tradicionales.

Para el proyecto se debe escoger un sistema de cada uno de los tres criterios que existen, por ende, se hace pertinente profundizar más en los conceptos de sistema de costos ABC, por proceso y por orden de producción, para tener las bases teóricas de cada uno de ellos y escoger la opción que mejor se adapte a las necesidades del proceso productivo de la empresa.

#### ***5.2.10 Sistema de costos ABC.***

El sistema de costos ABC surge de la necesidad por asignar correctamente los costos indirectos de fabricación, ya que los modelos tradicionales cuentan con varios defectos o

limitaciones a la hora de asignar debidamente. Este tipo de costos, este problema afecta a muchas empresas en la actualidad.

El modelo de costos ABC se basa en agrupar los costos en centros de trabajo, los cuales conforman una secuencia que va agregando valor a los productos mediante su paso por las actividades, lo esencial de este sistema es descubrir en qué punto se generan los costos con el fin de minimizarlos y eliminar aquellas acciones que no generen valor a la empresa.

Una vez se identifican los objetos de costo, los pasos que debe seguir la metodología ABC son los siguientes:

**Tabla 4**

*Pasos de la Metodología ABC*

Pasos	Descripción
Paso 1	Lo primero que se debe desarrollar es un estudio del proceso productivo. Esto se debe hacer siguiendo la secuencia natural de producto dentro de los procesos para identificar las actividades, posteriormente se estudian los costos y volúmenes de recursos que son empleados en cada actividad.
Paso 2	Se deben identificar los factores que generan los costos en cada una de las actividades del

---

	proceso productivo, con base en una relación causa-efecto, para proceder en la asignación de una base mediante una fórmula de costos.
Paso 3	Se identifican los mecanismos de absorción del costo de cada actividad que mejor se adapten a la empresa, con el fin de determinar la fórmula apropiada de absorción.  Hasta este paso tenemos los costos unitarios por actividad y los volúmenes de recursos que son empleados en cada actividad.
Paso 4	Para finalizar, con base en los costos unitarios que se tienen de cada actividad, se calculan y asignan los costos a los diversos objetos del costo

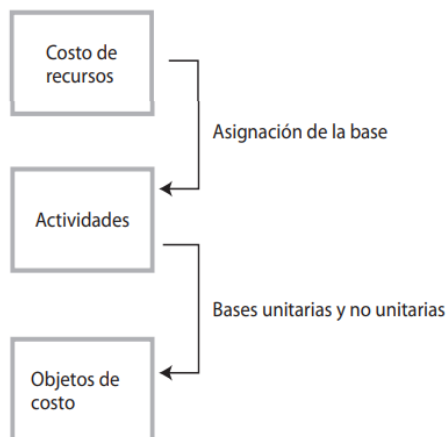
---

*Nota.* Información tomada de Toro López, F. J. (2010). *Costos ABC y presupuestos: Herramientas para la productividad*. Ecoe Ediciones.

La asignación de los costos es muy importante, por esto se presenta la siguiente figura, la cual nos muestra la forma correcta de asignar los costos por actividades.

#### **Figura 4**

*Asignación de costos por actividades*



*Nota.* Tomado de Toro López, F. J. (2010). *Costos ABC y presupuestos: Herramientas para la productividad*. Ecoe Ediciones.

Las empresas normalmente son generadoras de diversos costos por esto se hace importante conocer los diferentes grupos de costos que *reflejen una categorización de los costos en diferentes grupos sobre la base de diferentes clases de generadores de costo o de diferentes grados de dificultad en determinar la mejor relación causa-efecto.* (francisco tl). Las clases que de jerarquía se presentan a continuación.

**Tabla 5**

*Jerarquía de costos*

Jerarquía	Descripción
Costos a nivel de cada unidad producida	Son los recursos que se sacrifican para cada actividad por cada unidad del producto fabricado. Debido a esto podemos concluir que

	a mayor volumen de producción mayor serán este tipo de costos
Costos a nivel de un lote o de un grupo específico de productos	Son los costos de las actividades que están directamente relacionadas con un lote de productos. Sus costos aumentan en relación con el número de lotes que se fabriquen.
Costos de apoyo específico a una línea o grupo de productos	Son los costos de las actividades de apoyo de una línea de productos. Por ende, no pueden ser vinculados con en una relación causa-efecto con las unidades producidas.
Costos de apoyo general por parte de la empresa o planta	Son los costos administrativos o que sirven de soporte a la empresa en general, los cuales no se pueden relacionar directamente con la fabricación de los productos

*Nota.* Información tomada de Toro López, F. J. (2010). *Costos ABC y presupuestos: Herramientas para la productividad*. Ecoe Ediciones.

Los sistemas de costos AB, son empleados actualmente dentro de las empresas debido a que tienen ciertas ventajas sobre los sistemas tradicionales de costeo. A continuación, se muestra las ventajas del modelo ABC:

- *Mejoramiento de las estrategias de asignación de precios.*
- *Mejor conocimiento de la rentabilidad de productos y de líneas de producción.*
- *Más amplias alternativas en el análisis de modelos de costeo de productos y/o servicios.*

- *Mayor precisión en los mecanismos de valorización de inventarios de productos parcial y totalmente terminados.*
- *Un mejor entendimiento de las oportunidades disponibles para reducir costos.*
- *Mejor y mayor adaptación a diversos procesos manufactureros, medianos y grandes.*
- *Implantar estrategias de asignación de precios.*
- *Análisis de la rentabilidad de productos o líneas de producción.*
- *Análisis de modelos de costeo de productos*
- *Valorización de inventarios de productos parcial o totalmente terminados. (Toro López, 2010, pág. 59)*

#### **5.2.11 Sistema de costos por procesos.**

El sistema de costos por procesos es utilizado en aquellas empresas que su producción se da de manera continua u homogénea, es decir, que rara vez su cadena de producción se ve interrumpida. Este tipo de sistemas se suele ver en empresas grandes, las cuales tienen la capacidad de producir en grandes volúmenes, como en una refinería de petróleo o fábricas de acero.

La acumulación de los tres elementos fundamentales del costo se acumula por centros de trabajo, por lo cual cada centro arroja un costo total y este es dividido por las unidades producidas en un periodo, dando como resultado el costo unitario por procesos, por otra parte, si se desea hallar el costo unitario del producto, se hace mediante la suma de los costos unitarios de los procesos.

Cabe recalcar que el sistema de costos por procesos puede tener como base histórica o predeterminada de costos, según lo como la empresa quiera desarrollar su sistema de costos.

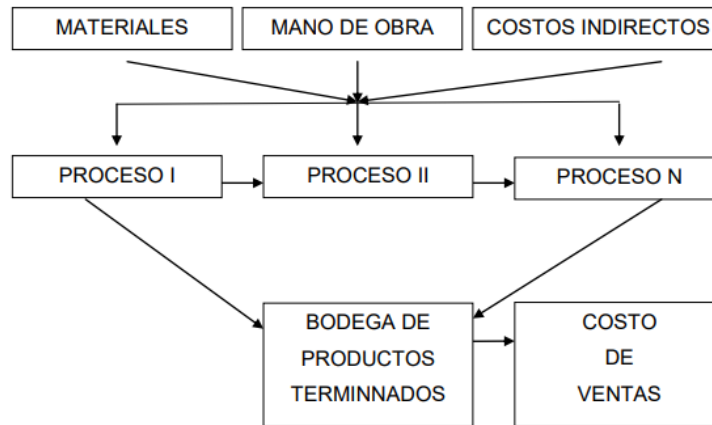
Características principales del sistema de costos por procesos:

- La producción es homogénea o en serie, por lo cual no hay ningún tipo de lote en todo el proceso productivo.
- Los costos de producción se acumulan a través de los centros de trabajo y dan como resultados informes por periodos.
- Se suelen preparar dos tipos de informes para entregar a la gerencia o administradores, uno es sobre los volúmenes de producción y el otro sobre los costos.
- Los costos unitarios son calculados por cada periodo de producción y puede haber variaciones entre periodos
- Los costos unitarios se pueden calcular así la producción esté inconclusa si ya se ha terminado el periodo

El siguiente gráfico nos muestra cómo se desenvuelve el sistema de costos por procesos a lo largo de la producción.

### **Figura 5**

*Funcionamiento del sistema de costos por procesos*



*Nota.* Tomado de Ramírez Molinares, C. V., García Barbosa, M., & Pantoja Algarín, C. R. (2010).

*Fundamentos y técnicas de costos.* Editorial Universidad Libre.

### **5.2.12 Sistema de costos por orden de producción.**

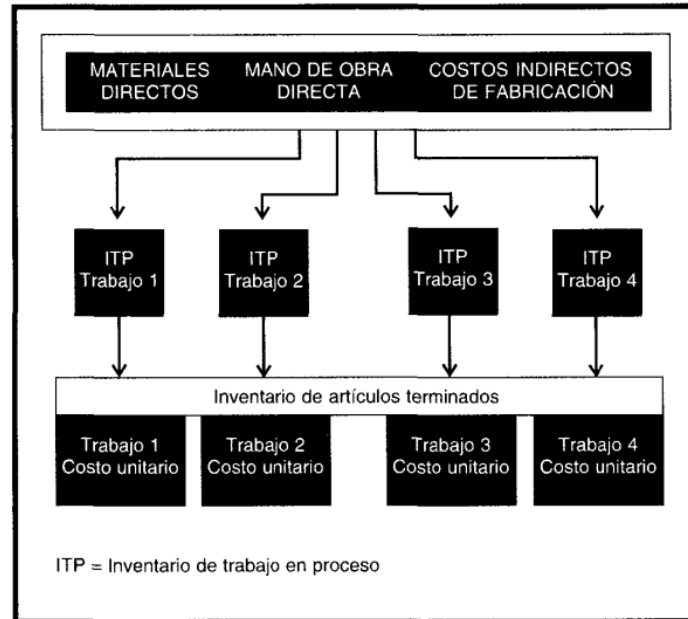
Los sistemas de costos por órdenes de producción son ideales cuando se manufacturan grupos o lotes de productos, por lo cual la unidad de costeo se da en lotes de pedidos y son fácilmente identificables a lo largo de los diferentes procesos de producción. Suelen ser productos hechos a la medida de los clientes, por este motivo suelen verse en empresas de impresión gráfica o constructoras de barcos.

Los costos de producción se acumulan por órdenes de trabajo, por lo cual materia prima y la mano de obra tendrán como base de costos reales y los costos indirectos de fabricación serán costos estimados. Este tipo de sistema se emplean con el objetivo de conocer correctamente los costos de los pedidos para aplicar controles y ayudar en la toma de decisiones.

En el siguiente gráfico podemos observar de mejor manera como se da la acumulación de los tres elementos fundamentales del costo en un sistema de costos por órdenes de trabajo.

**Figura 6**

*Acumulación de los tres elementos del costo en sistema por órdenes de producción*



*Nota.* Tomado de Polimeni, R., Fabozzi, F. J., Adelberg, A. H., Rosas Lopetegui, G. E. y Gómez García, R. A. (1994). *Contabilidad de costos* (3.ª Ed.). McGraw-Hill.

Entre los objetivos del sistema de costos por órdenes de producción se encuentran los siguientes

- Dentro de la planificación de producción se debe tener en cuenta que los productos se deben identificar y separar por conjuntos o lotes de productos.
- Se deben calcular, analizar e informar los volúmenes de producción y los costos que se generan en los procesos.
- Establecer mecanismos de control dentro de los procesos y los costos para optimizar el consumo de los recursos

Los sistemas de costos por órdenes de producción deben contar con las siguientes características.

- La orden de producción es un objeto de producción, por lo cual se debe trabajar de manera individual e independiente que cualquier otro objeto.
- La acumulación de los costos de producción se da por lotes.
- Cada orden de producción puede ser distinta que las demás, así se amplía la diversificación de la producción.
- Para llevar el registro y control de los lotes de producción, se acostumbra a llevar un formato llamado orden de producción.
- El costo unitario se calcula por lotes de producción, por esta razón los costos pueden variar entre diferentes lotes.
- El costo unitario se conoce cuando el lote da por finalizada su producción.

A continuación, se presentan los pasos que conforman el flujo de costos de un sistema de costos por órdenes de producción.

### **Tabla 6**

#### *Pasos del flujo de un sistema de costos por órdenes de producción*

Pasos	Descripción
Paso 1. Compra de materiales	Las materias primas y demás recursos que se emplean en la producción son solicitados por el departamento de compras. Estos materiales

	son guardados en los almacenes y son entregados cuando la solicitud de compra es aprobada.
Paso 2. Consumo de materiales	Para el siguiente paso se obtienen las materias primas o insumos necesarios del almacén. las empresas cuentan con un formato de requisición, el cual muestra orden de trabajo, número de departamento, las cantidades y la descripción de los materiales solicitados, solo pueden ser aprobados por la gerencia.
Paso 3. Costo de mano de obra	Existen diferentes documentos para llevar el control del tiempo de un trabajador, los cuáles se pueden describir las horas que se emplean trabajando, en descanso o tiempos ociosos. Todo esto con el fin de estimar la nómina del trabajador.
Paso 4. Costos indirectos de fabricación reales	Los costos indirectos se deben calcular mediante una hoja de costos indirectos por departamento, que lleva cada departamento.

*Nota.* Información tomada de Polimeni, R., Fabozzi, F. J., Adelberg, A. H., Rosas Lopetegui, G. E. y Gómez García, R. A. (1994). *Contabilidad de costos* (3.ª Ed.). McGraw-Hill.

## 6. Metodología

El proyecto abarcará 5 etapas, las cuales darán paso al cumplimiento de los objetivos específicos y, por ende al objetivo general del proyecto. A continuación, se muestran las etapas del trabajo.

**Tabla 7**

*Metodología del trabajo de grado*

<b>Etapa 1.</b>	
<b>Objetivo</b>	Realizar un análisis del sistema de costos actual de la planta de producción y de sus procesos misionales.
<b>Actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis general de la empresa</li> <li>• análisis del sistema de costos actual de la empresa</li> <li>• Realizar visitas a las instalaciones para hacer observaciones de los procesos de producción para aprender su funcionamiento</li> <li>• Realizar un análisis de Pareto para conocer cuáles son los productos más importantes de Plastisander, teniendo en cuenta diversas variables (ventas, productos, etc.)</li> </ul>

- Descripción de los procesos de producción
- Levantamiento del proceso productivo
- Diagrama de recorrido de los productos
- Creación de las fichas técnicas para las máquinas
- Creación de fichas técnicas de los productos

### **Etapa 2.**

#### **Objetivo**

Realizar una revisión bibliográfica de los costos que son usados en la actualidad por las empresas, para encontrar el sistema de costos que mejor se adapte a la planta de producción de la empresa.

#### **Actividades**

- Revisión bibliográfica de cada uno de los sistemas de costeo.
- Comparar los sistemas de costeo para identificar el que mejor se adaptaría a la empresa
- Describir y evaluar el sistema de costeo actual para poder contrarrestarlo con la teoría de costos y determinar cuál es el mejor sistema para la empresa
- Definir los requerimientos para el sistema de costos propuesto

### **Etapa 3.**

<b>Objetivo</b>	Determinar los tres elementos fundamentales del costo para el sistema seleccionado, apoyado en un estudio de tiempos de mano de obra y de maquinaria
-----------------	--

<b>Actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar los costos de la materia prima directa</li> <li>• Determinar los costos de mano de obra directa</li> <li>• Determinar los CIF de un semestre para sacar un promedio de este costo</li> <li>• Estudio de tiempos de la mano de obra directa para hallar el tiempo ocioso, inactivo y productivo de los trabajadores.</li> <li>• Estudio de tiempo de la máquina para determinar el promedio de la hora máquina.</li> <li>• Estandarizar el sistema de costeo mediante los estudios de tiempos.</li> <li>• Determinar la tasa predeterminada para la aplicación de los CIF</li> </ul>
--------------------	---

#### **Etapa 4.**

<b>Objetivo</b>	Diseñar e implementar una herramienta ofimática para el sistema de costos diseñado, apoyado de formato para la recolección de información y el control de los costos de producción.
-----------------	---

<b>Actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar una herramienta ofimática para la empresa Plastisander, en la cual pueda ser fácil el cálculo de los costos de producción</li> <li>• Creación e implementación de un formato para el control de los costos de producción</li> <li>• Socializar el nuevo sistema de costos y el formato de costos con la gerencia de la empresa para así poder iniciar la implementación</li> <li>• Capacitar al personal sobre el formato de control de costos y el nuevo sistema de costos de la empresa</li> </ul>
--------------------	---

#### Etapa 5.

<b>Objetivo</b>	Evaluar el sistema propuesto mediante una prueba piloto y compararlo con el sistema actual de la empresa.
-----------------	---

<b>Actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar un plan para la implementación de la prueba piloto.</li> <li>• Implementar la prueba piloto.</li> <li>• Analizar los resultados de la prueba piloto y sacar conclusiones</li> </ul>
--------------------	--

*Nota.* En la tabla observamos la metodología que va a seguir el proyecto para cada uno de sus objetivos específicos.

## 7. Diagnóstico actual de la empresa

Este diagnóstico abarca diferentes aspectos de la empresa en todas sus áreas. En ese sentido, se recopiló información de la empresa para conocer su contexto, desde las máquinas y los productos hasta los trabajadores, entre otros aspectos, hasta analizar las condiciones en las que se encuentra el sistema actual de costeo de la empresa.

### 7.1 Descripción del macroproceso de la empresa

En la siguiente tabla se describe el macroproceso por el que pasan los productos de Plastisander S.A.S.

**Tabla 8**

*Macroproceso*

#### **PRIMERA ETAPA: MEZCLADO**

La etapa de mezclado es para los productos que llevan color o diferentes tipos de material de plástico. Para realizar la operación de mezclado, simplemente se echan los materiales que se desean mezclar y la máquina se encarga mediante aspás y giros de entregar todo el material mezclado.



---

## SEGUNDA ETAPA: EXTRUSIÓN

La etapa de extrusión es el paso principal para transformar la materia prima (polietileno y polipropileno) en rollos de plástico. Cuenta actualmente con 4 máquinas de extrusión para diferentes tamaños, calibres y materiales.



## TERCERA ETAPA: REFILADO

La etapa de refilado o rebobinado se da cuando un rollo sale con las medidas incorrectas y se desea dejar en las medidas que el cliente solicitó. La máquina corta los bordes para dejar la medida exacta. Actualmente, se cuenta con una sola máquina.



---

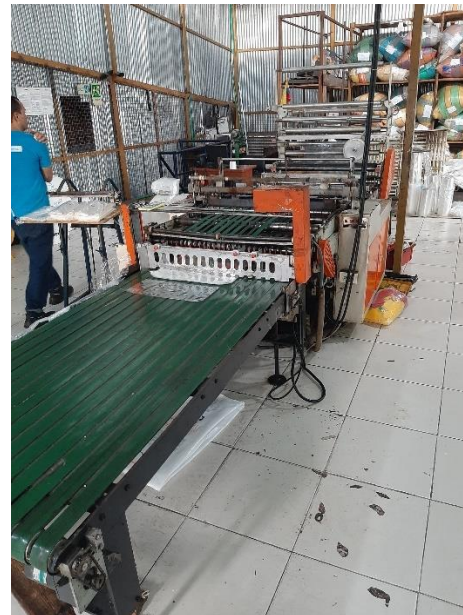
#### CUARTA ETAPA: IMPRESIÓN

La etapa de impresión se hace cuando el cliente pide un diseño estampado en los productos, como puede ser el logo de la empresa. Actualmente, se cuenta con una sola máquina de impresión, la cual se encarga de estampar mediante el uso de tintas y rodillos.



#### QUINTA ETAPA: SELLADO

La etapa de sellado se utiliza cuando el cliente pide bolsas plásticas, ya que en esta operación los rollos de plástico son transformados en bolsas, mediante la técnica de sellado y corte. Actualmente, la empresa cuenta con tres diferentes tipos de selladoras, las cuales son útiles para sacar bolsas de diferentes medidas y características.



---

*Nota.* Esta tabla hace una descripción del macro proceso de producción de bolsas y rollos de plástico.

## 7.2 Referencias de la empresa

La empresa cuenta actualmente con 1166 referencias, las cuales son mostradas en el apéndice A. Fueron filtradas y tomadas de la base de datos de las órdenes de producción, desde el 1.º de febrero del 2022 hasta el 18 de diciembre del 2023.

El gran número de referencias se debe a que la empresa trabaja por órdenes de producción, por lo cual para cada cliente suele haber una o más referencias según lo que soliciten estos. Dada la cantidad tan grande de referencias, se hace pertinente agruparlas por sus características para tener un número de productos más reducido.

A continuación, se muestra la agrupación de las 1166 referencias en 15 diferentes productos. Fueron agrupados según el tipo de producto, el color, el material empleado y si pasa por el proceso de impresión.

**Tabla 9**

*Referencias de los productos*

Productos	Tipo	Número de referencias	Total referencias por producto
Rollo Transparente	Polietileno alta densidad	34	123
	Polietileno baja densidad	46	
	Polipropileno	43	
Rollo Color	Polietileno alta densidad	100	165
	Polietileno baja densidad	65	
Rollo Color Impreso	Polietileno alta densidad	1	10
	Polietileno baja densidad	9	
Rollo Transparente Impreso	Polietileno alta densidad	1	64
	Polietileno baja densidad	48	

	Polipropileno	15	
	Polietileno alta densidad	39	
Bolsa Transparente	Polietileno baja densidad	158	292
	Polipropileno	95	
Bolsa Color	Polietileno alta densidad	133	
	Polietileno baja densidad	51	184
Bolsa Color Impreso	Polietileno alta densidad	39	
	Polietileno baja densidad	17	56
Bolsa Transparente Impreso	Polietileno alta densidad	7	
	Polietileno baja densidad	57	188
	Polipropileno	124	
	Polietileno alta densidad	3	
Lámina Transparente	Polietileno baja densidad	3	14
	Polipropileno	8	
Lámina Color	Polietileno baja densidad	3	3
Lámina Color Impreso	Polietileno baja densidad	3	3
Lámina Transparente impreso	Polietileno baja densidad	14	
	Polipropileno	18	32
Pre cortado Transparente	Polietileno alta densidad	10	
	Polietileno baja densidad	4	14
Pre cortado Color	Polietileno alta densidad	2	2
Pre cortado Color Impreso	Polietileno alta densidad	16	16
		1166	1166

*Nota.* Esta tabla muestra la cantidad de referencias con las que cuenta la empresa, agrupadas en

15.


### 7.3 Productos de la empresa

Realizada la reducción de las 1166 referencias en 15 productos, se analizaron y documentaron las características de los productos mediante la creación de fichas técnicas, como se observa en el apéndice B.

Las fichas técnicas se construyeron a partir de datos técnicos (ancho, calibre, procesos, etc.), nombre, producción mensual, distribución geográfica, lugar de fabricación, principal mercado, descripción, recomendaciones y una imagen de producto.

#### Figura 7

##### Ficha técnica producto

FICHA TECNICA PRODUCTO			
Fecha	21/12/2023	Hecha por: Jonathan Angarita	Versión 1
Datos técnicos del producto		Nombre	Bolsa transparente impresa
Materia prima	Polietileno alta densidad, polietileno baja densidad y polipropileno		
Insumos	Cinta, tintas, bisturí y metros		
Color	Transparente		
Peso min de fabricación	70 kg		
Ancho	4pg - 48pg		
Largo	6pg - 28pg		
Calibre	0.35, 0.40, 0.55, 0.80, 0.70, 0.80, 0.90, 1, 1.20, 1.40, 1.50, 1.80, 1.90, 2, 2.50, 3, 3.5, 4.		
Num. Referencias	64		
Procesos	Extrusión, Impresión y sellado		
Producción mensual			
Distribución geográfica	A nivel nacional e internacional		
Fabricado en	Colombia, Santander, Bucaramanga		
Principal mercado	Colombia y Venezuela		
Descripción		Recomendaciones	
Bolsa plastica transparente de polipropileno o polietileno de alta y baja densidad , impresa con el diseño que el cliente desee y es excelente para empacar alimentos, ropa, agua, etc.		<p><b>Operario:</b> Manipulación solo por personal autorizado y capacitado</p> <p><b>Cliente:</b> Se recomienda no acercarse al fuego ya que es inflamable, no acercarse a objetos punzantes ya que se pueden perforar y no arrojar al medio ambiente ya que es altamente contaminante.</p>	

*Nota.* En la figura 7 observamos un ejemplo de las fichas técnicas de los productos, cuenta con todas las características necesarias para su comprensión.

#### **7.4 Referencias más fabricadas**

Plastisander S.A.S. se encarga de fabricar una gran cantidad mensual, pero desconoce exactamente cuánto se produce y cuánto ingresa por referencia, esto hace que sea pertinente un análisis de la cantidad de productos fabricados y sus ingresos en el último año.

Se inicia el análisis tomando los datos de las órdenes de producción desde el 01/01/2023 hasta el 29/12/2023, abarcando un total de 12 meses, tal como se muestra en el apéndice C. Los datos históricos de la cantidad de bolsas se encontraban representados por kilogramos y número de bolsas, por lo cual se pasaron todos los datos que estaban en número de bolsas a la unidad de kilogramos para usar una sola unidad de medida.

A continuación, se presenta la fórmula para pasar de el número de bolsas a kilogramos.

#### **Figura 8**

*Fórmula de número de bolsas a kilogramos*

$$1000 \text{ BOLSAS} = \text{ANCHO} \times \text{LARGO} \times \text{CALIBRE} \times \text{FACTOR}(0.0302)$$

*Nota.* En la ecuación observamos la fórmula para pasar el número de bolsas total de una orden producción a kilogramos. Información tomada de Plastisander S.A.S.

Después de organizar los datos, se hallaron las cantidades exactas para cada tipo de producto, se trabajó en toneladas para simplificar los datos.

**Tabla 10***Producción en toneladas*

Productos	Producción por producto (Tn)
Bolsa Transparente	67,75859
Bolsa Color	28,84270656
Bolsa Color Impreso	5,208375696
Bolsa Transparente Impreso	38,31121
Rollo Transparente	39,9256
Rollo Color	19,4082
Rollo Color Impreso	0
Rollo Transparente Impreso	11,2395
Lámina Transparente	5,925
Lámina Color	0,595
Lámina Color Impreso	0,6
Lámina Transparente impreso	6,63
Pre cortado Transparente	0,13
Pre cortado Color	0,35
Pre cortado Color Impreso	1,43
<b>TOTAL TONELADAS</b>	<b>226,3541823</b>

*Nota.* Esta tabla muestra la producción en toneladas de los 15 diferentes productos y el total de toneladas producidas en un periodo de 12 meses.

De la tabla anterior, podemos concluir que de los 15 productos que fabrica la empresa, hay 5 que representan la mayor tasa de producción, con un 83,33 %.

## 7.5 Diagrama de recorrido

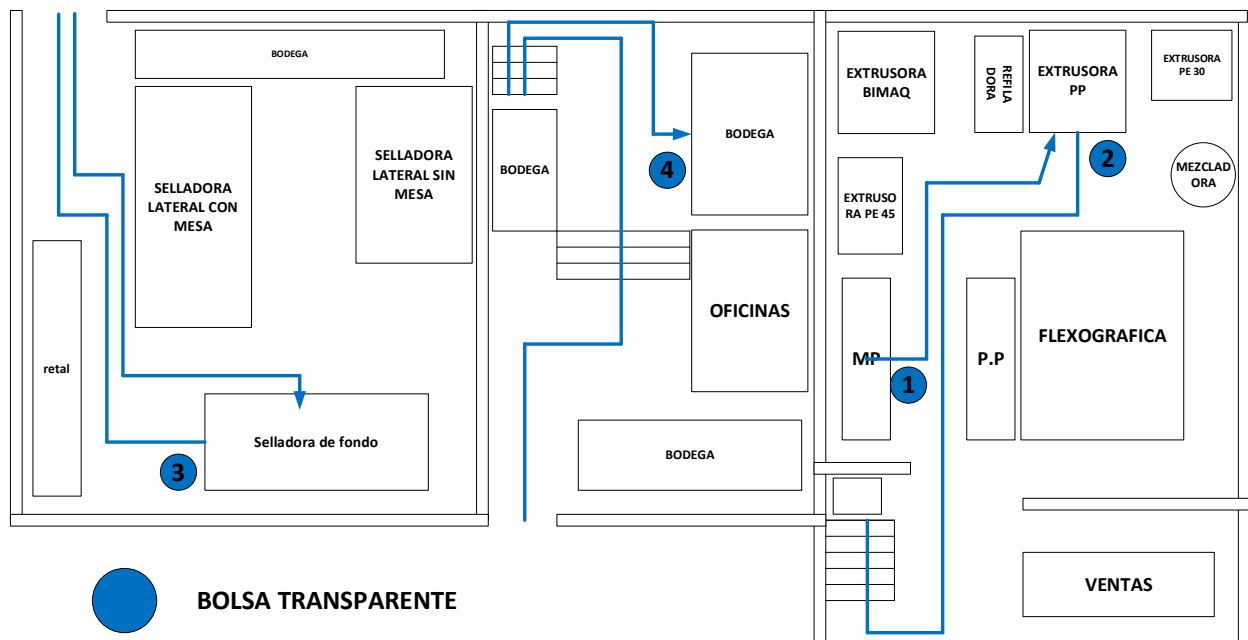
Se realizaron los recorridos de los 5 productos más fabricados por Plastisander S.A.S, como se puede observar en el apéndice D, con el fin de visualizar el camino que siguen estos productos, desde que son materia prima hasta productos terminados.

A continuación, se muestra la descripción de cada uno de los recorridos:

- Bolsas transparentes:** La fabricación da inicio escogiendo la materia prima que se va a usar, la cual puede ser polietileno o polipropileno. La materia prima es llevada al proceso de extrusión, en el cual se vierte en la tolva de la máquina que requiera esa referencia, después de ser procesada por la máquina y convertida en rollos de plástico es llevada a al área de sellado para darle la forma final con las medidas requeridas y por último es llevada a la bodega de producto terminado para ser despachada.

**Figura 9**

*Diagrama de recorrido de bolsa transparente*

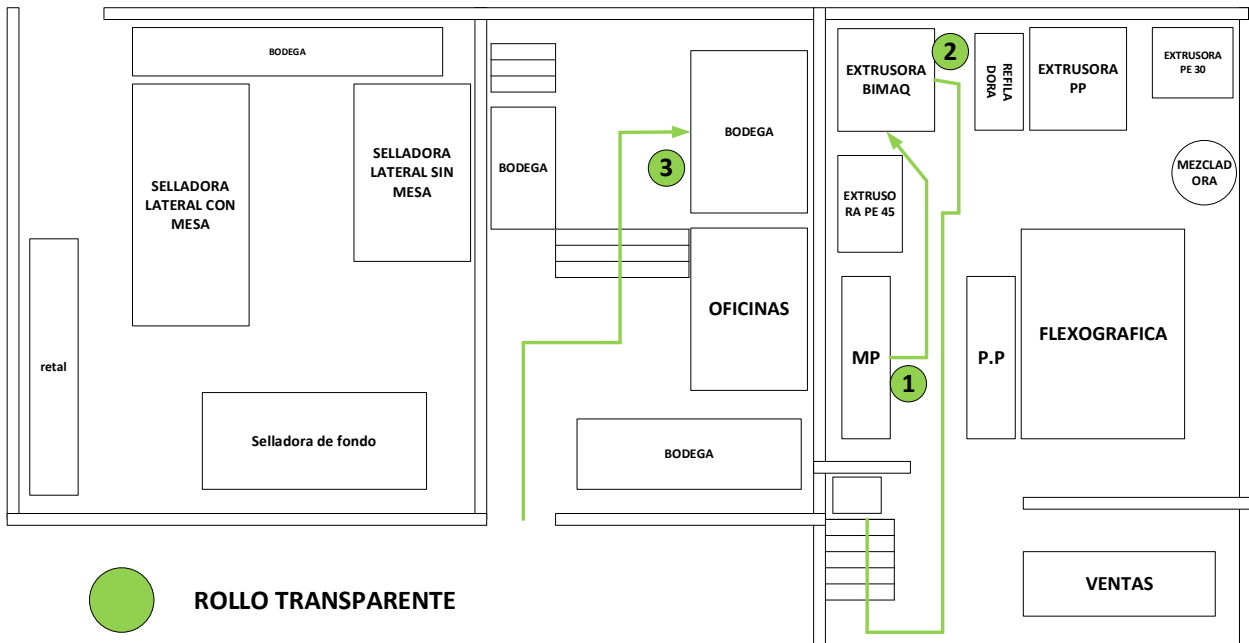


*Nota.* Se observa el diagrama de recorridos para las bolsas transparentes, en el que evidenciamos cómo pasa solo por dos áreas de producción y va directo al almacén.

- Rollos transparentes:** Para dar inicio al proceso de fabricación se escoge entre material de polietileno o polipropileno, el cual es trasladado al hombro hacia la tolva de la máquina que se necesita para ese tipo de producto, después de procesado el material, sale un rollo de plástico, el cual embalado y enviado a la bodega de productos terminado para su posterior envío.

**Figura 10**

*Diagrama de recorrido de rollo transparente*

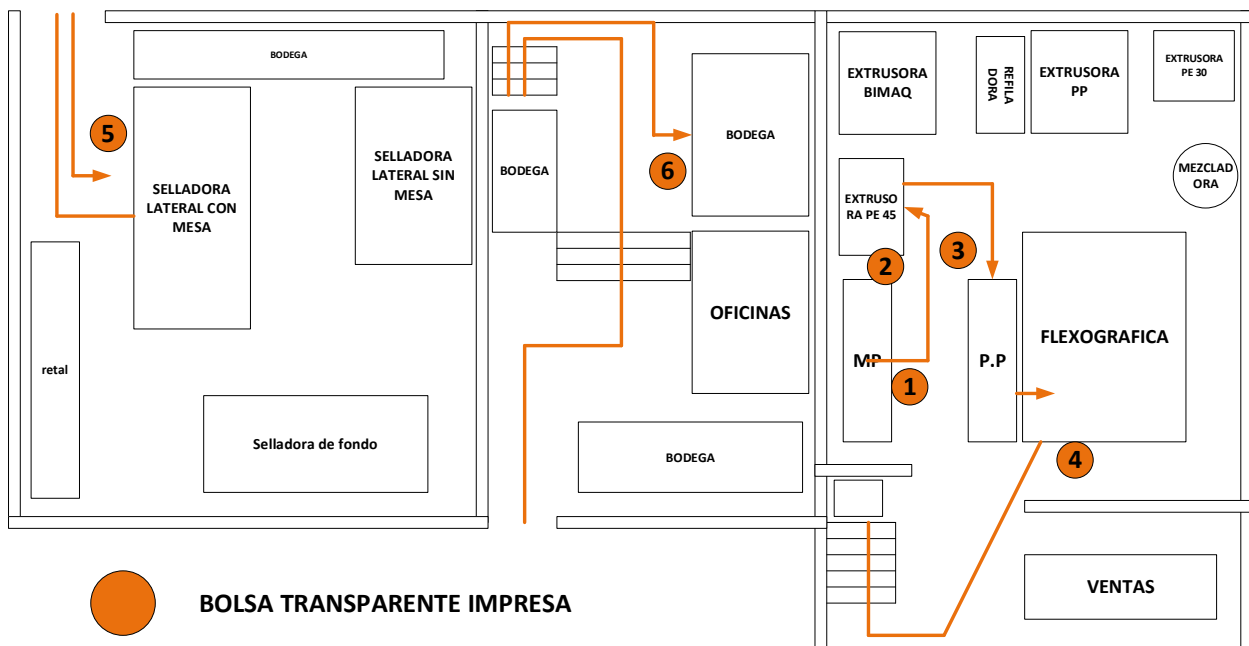


*Nota.* En la figura observamos el diagrama de recorridos para los rollos transparentes, evidenciamos como pasa por solo un área de producción y va directo al almacén.

- **Bolsas transparentes impresas:** La fabricación de este tipo de producto es similar a las bolsas transparentes, solo que después de ser procesadas por el área de extrusión, el producto es llevado al área de impresión, donde los rollos son impresos con el diseño que el cliente desea. Después es llevado al área de sellado donde se le da forma y el tamaño solicitado y para finalizar es llevado a la bodega de producto terminado.

**Figura 11**

*Diagrama de recorridos de bolsa transparente impresa*

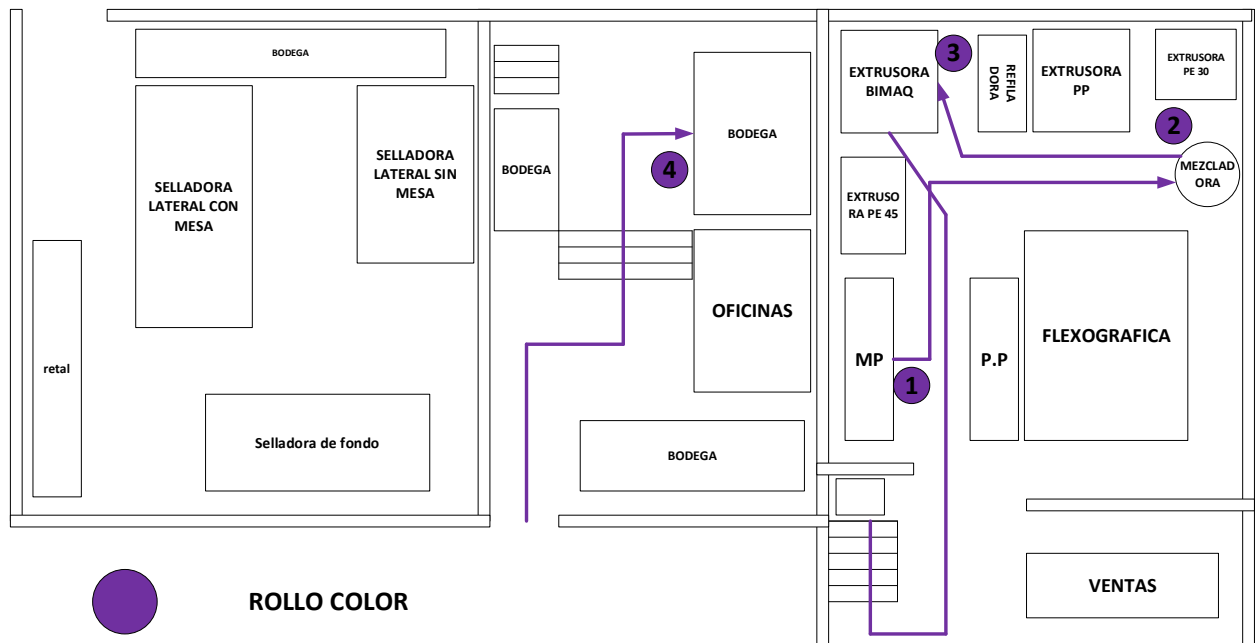


*Nota.* Como se puede observar en la figura el diagrama de recorridos para la bolsa transparente impresa, evidenciamos como pasa por las áreas de extrusión, impresión y va directo al almacén.

- **Rollo color:** El paso inicial para la fabricación del rollo color es seleccionar el tipo de material y el pigmento que se requiere. Estas dos materias primas son llevadas a la mezcladora, la cual se encarga de mezclar bien el pigmento con el material de plástico, la mezcla es llevada a la extrusora que se requiera para ese tipo de rollo, del proceso de extrusión sale el rollo con el color deseado, el cual es embalado y llevado a la bodega de producto terminado.

**Figura 12**

*Diagrama de recorridos del rollo color*

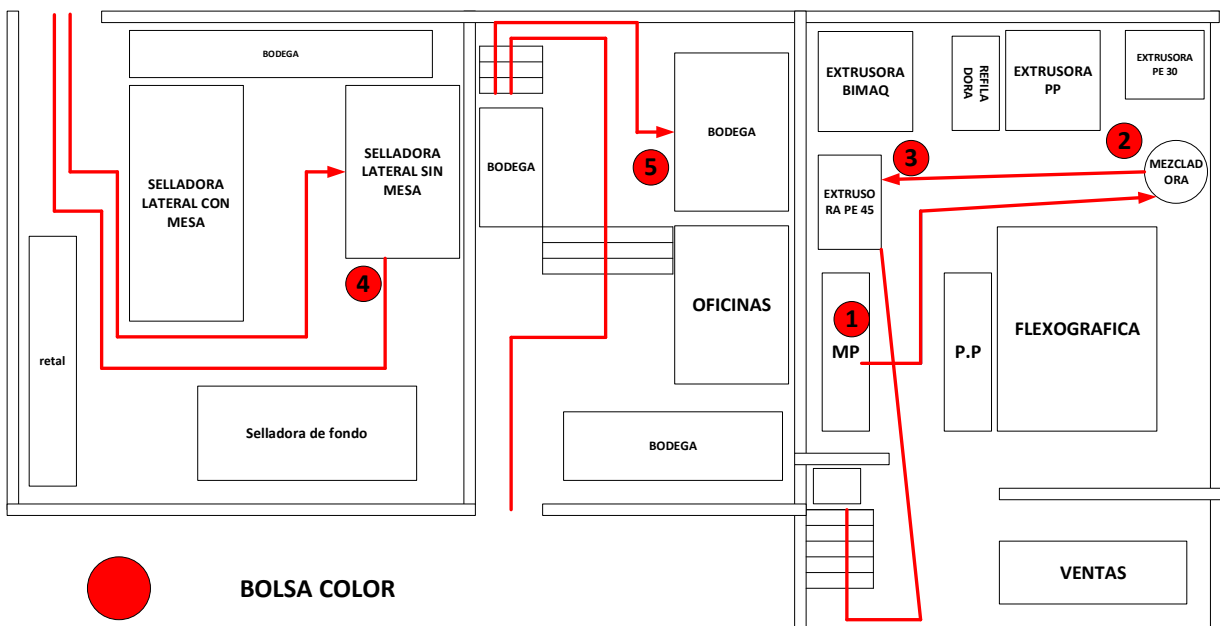


*Nota.* Como se puede observar en la figura el diagrama de recorridos para el rollo color, evidenciamos como pasa por el área de extrusión donde se le aplica el pigmento para darle el color deseado y va directo al almacén.

- **Bolsa color:** El proceso de producción de este tipo de producto comienza seleccionando el material de plástico y el pigmento que el cliente solicitó, para ser llevados al área de mezclado donde se agregan las cantidades exactas para que la mezcla arroje el color deseado. Después sigue el proceso de extrusión, el cual convierte la mezcla en rollos de plástico, los cuales son llevados al área de sellado para ser transformadas en bolsas de plástico, para después ser llevadas a la bodega de producto terminado.

**Figura 13**

*Diagrama de recorridos de la bolsa color*



*Nota.* Como se puede observar en la figura el diagrama de recorridos para la bolsa color, evidenciamos como pasa por el área de extrusión donde se le aplica el pigmento para darle el color deseado, luego pasa por impresión. Sellado para transformarla en bolsa y va directo al almacén.


## **7.6 Maquinaria de la empresa**

Plastisander S.A.S. cuenta actualmente con 10 máquinas. Las cuales son 4 extrusoras, 1 mezcladora, 1 trefiladora o rebobinadora, 1 impresora y 3 selladoras. Las tres selladoras se encuentran en la tercera planta de producción, y las otras 7, en la primera planta.

La empresa no contaba con fichas técnicas para conocer detalladamente las máquinas; por ende, se realizaron las fichas, como se puede observar en el apéndice E, con el propósito de documentar los aspectos importantes de la maquinaria como lo son datos técnicos, dimensiones, funciones, precauciones, etc., los cuales son aspectos relevantes sobre la maquinaria que la empresa no conocía y que necesitaba para la toma decisiones.

### **Figura 14**

*Ficha técnica maquinaria*

FICHA TECNICA MAQUINARIA			
Fecha	13/10/2023	Hecha por: Jonathan Angarita	Versión 1
Maquina	Extrusora poliestireno 45	Ubicación	Planta de producción
Modelo	SJ-M45	Sección	Extrusión
Tipo	Blown Film Machine	Año de compra	2014
Fabricante	Kaitai Plastic Machinery Factory.	Mantenimiento	Parte que presente problemas
Datos técnicos		Dimensiones	
Tipo MP	Y2-160m-4	Peso	1500 kg
Potencia Total	20 KW	Largo	1,7
Voltaje MP	380 V	Ancho	2,3 m
Producción	13kg/h	Altura	2,5 m
Velocidad MP	1460 r/min	Ancho de película	6pg a 24pg
Intensidad MP	22,8 A	Calibres	0,55 a 3
Frecuencia MP	50 HZ		
Refrigeración	Aire		
Función			
Se encarga de comprimir, darle forma plana por medio de un tornillo y rodillos haladores al material de plástico de polietileno de baja y alta densidad para convertirlo en rollos de plástico de diferentes tamaños y calibres según el pedido establecido.			
Precauciones			
<p><b>Operario:</b> se debe tener cuidado con la parte electrica, con los rodillos y los atrapamientos para prevenir accidentes, ya que su riesgo laboral de es grado 3.</p> <p><b>Maquina:</b> se debe calentar la maquina antes de su uso para prevenir daños en el motor y en su funcionamiento interno.</p>			
Datos fabricante			
<p>Ruian Kaitai Plastic Machinery Factory. China, Zhejiang, Wenzhou, Ruian. Fabricante de maquinaria</p>			



*Nota.* La figura muestra un ejemplo de las fichas técnicas de la maquinaria donde se evidencia como se detalló cada aspecto de la máquina con el propósito de ayudar con los mantenimientos y conocimientos de las máquinas.

## 7.7 Análisis del sistema de costo actual de la empresa

Se realizó un análisis de cómo la empresa gestiona actualmente los tres elementos fundamentales del costo, el cual se puede observar en el apéndice F, con la intención de encontrar los errores que está cometiendo la empresa y las oportunidades de mejora.

### 7.7.1 *Materia prima directa*

La empresa cuenta actualmente con 5 tipos de materia prima directa. La materia prima viene en bultos de 25 kg, los cuales son puestos en el área de materia prima en la primera planta de producción. A continuación, se muestran los precios de la materia prima por kilogramo con IVA y sin IVA.

**Tabla 11**

*Precios materia prima directa*

COSTO DE MATERIA PRIMA		
MATERIAL	PRECIO SIN IVA	PRECIO CON IVA
PP	\$ 6.200,00	\$ 7.378,00
ALTA	\$ 6.000,00	\$7.140,00
LINEAL	\$ 5.500,00	\$6.545,00
METALOCENO	\$ 7.500,00	\$8.925,00
BAJA	\$5.000,00	\$5.950,00

*Nota.* La siguiente tabla muestra los materiales que la empresa considera directos con sus respectivos precios. Tomado de Plastisander S.A.S.

Podemos ver que la empresa comete el error de no agregar las tintas, pigmentos y el alcohol dentro de los materiales directos. También se pone un precio promedio por materia prima, lo cual no es del todo conveniente, ya que el valor de la materia prima está cambiando constantemente.

### 7.7.1.1 Consumo de la materia prima directa

La empresa actualmente establece el consumo de materia en 8 grupos de productos, y no en los 15 productos que realmente tiene. Por otra parte, observamos que el consumo se distribuye en porcentajes para lograr la mezcla deseada entre materiales directos.

Como se puede observar en la tabla 13, el material de polietileno tiene 2 densidades, alta y baja; estas densidades son mezcladas con el material de lineal para darle resistencia, lo cual es de utilidad al momento de pasar por el proceso de sellado. Por otro lado, vemos que el material de lineal nunca es mezclado con el polipropileno, esto se da porque el material ya cuenta con una alta resistencia.

Podemos evidenciar que los porcentajes de consumo de material se dan por kilogramo de producto fabricado. Para la mezcla de material lineal con polietileno de alta densidad, siempre se da en la proporción de 25 % y 75 %, respectivamente, sin importar si lleva color. Lo mismo sucede con las proporciones de lineal y baja, siempre son 40 % y 60 %, respectivamente.

**Tabla 12**

*Consumo de materia prima*

PRESENTACIÓN	TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD DE MATERIAL			
		LINEAL	BAJA	ALTA	PP
Bolsa impresa transparente	ALTA	25%	0%	75%	0%
	BAJA	40%	60%	0%	0%
	PP	0%	0%	0%	100%
Bolsa impresa colores	ALTA	25%	0%	75%	0%
	BAJA	40%	60%	0%	0%
Bolsa sin impresión transparente	ALTA	25%	0%	75%	0%
	BAJA	40%	60%	0%	0%
	PP	0%	0%	0%	100%
	ALTA	25%	0%	75%	0%

Bolsa sin impresión colores	ALTA	25%	0%	75%	0%
	BAJA	40%	60%	0%	0%
Rollo impreso transparente	ALTA	25%	0%	75%	0%
	BAJA	40%	60%	0%	0%
	PP	0%	0%	0%	100%
Rollo impreso colores	ALTA	25%	0%	75%	0%
	BAJA	40%	60%	0%	0%
Rollo sin impresión transparente	ALTA	25%	0%	75%	0%
	BAJA	40%	60%	0%	0%
	PP	0%	0%	0%	100%
Rollo sin impresión colores	ALTA	25%	0%	75%	0%
	BAJA	40%	60%	0%	0%

*Nota.* La tabla nos presenta como la empresa estandariza de mala manera el consumo de la materia prima directa por tipo de producto. Información tomada de Plastisander S.A.S.

#### 7.7.1.2 Costos de la materia prima directa por producto

El sistema actual que usa la empresa para calcular los costos de materia prima directa es erróneo porque se hace el cálculo para 8 tipos de producto, y no individualmente para cada orden de producción, Además los costos se calculan con los precios de la materia prima multiplicados por los porcentajes estándar de consumo, lo cual genera ciertas imprecisiones en el momento de los cálculos, porque no todos los productos tienen el mismo consumo.

En la siguiente tabla, observamos los costos de materia prima actuales de cada producto.

**Tabla 13**

*Costos de materia prima por producto en kilogramos*

PRESENTACIÓN	TIPO MATERIAL	DE	Costo por Kg
Bolsa impresa transparente	ALTA		\$ 6.945,13
	BAJA		\$ 6.270,13
	PP		\$ 7.270,13
Bolsa impresa colores	ALTA		\$ 7.745,13

	BAJA	\$ 7.070,13
	ALTA	\$ 5.875,00
Bolsa sin impresión transparente	BAJA	\$ 5.200,00
	PP	\$ 6.200,00
	ALTA BLANCO	\$ 6.703,00
Bolsa sin impresión colores	ALTA	\$ 6.675,00
	BAJA	\$ 6.000,00
	ALTA	\$ 6.945,13
Rollo impreso transparente	BAJA	\$ 6.270,13
	PP	\$ 7.270,13
Rollo impreso colores	ALTA	\$ 7.745,13
	BAJA	\$ 7.070,13
	ALTA	\$ 5.875,00
Rollo sin impresión transparente	BAJA	\$ 5.200,00
	PP	\$ 6.200,00
Rollo sin impresión colores	ALTA	\$ 6.675,00
	BAJA	\$ 6.000,00

*Nota.* En la tabla se muestran los costos de la materia prima para cada uno de los productos de la empresa. Información tomada de Plastisander S.A.S.

### 7.7.2 *Mano de obra directa*

La empresa cuenta actualmente con 9 trabajadores directos, de los cuales tres están encargados del área de extrusión, cuatro del área de sellado y uno del área de impresión.

Como podemos observar en la tabla 14, todos los trabajadores de producción ganan un SMLV (Salario mínimo legal vigente), más auxilio de transporte correspondiente al año 2023. Las bonificaciones se dan por la capacidad de producción de cada operario y solo se da para las áreas de extrusión y sellado; así, cada área tiene un requerimiento mensual de producción, y si se supera la producción base, por cada 200 kg extra son 50 mil pesos de bonificación para el trabajador.

### **Tabla 14**

#### *Mano de obra directa*

Trabajadores directos	Área	Salario	Aux. Transporte	Bonificaciones de producción por mes
Cristian Orduz Carvajal	Extrusión	\$ 1.160.000	\$ 140.606	\$ 132.828
Roldan Huertado Buenahora	Extrusión	\$ 1.160.000	\$ 140.606	\$ 182.828
Jorge Villamizar torra	Extrusión	\$ 1.160.000	\$ 140.606	\$ 32.828
Jhon Eder Plazas Rodriguez	Sellado	\$ 1.160.000	\$ 140.606	\$ 100.000
Luis Antonio Panesso Valencia	Sellado	\$ 1.160.000	\$ 140.606	\$ -
Eliz alexander Querales	Sellado	\$ 1.160.000	\$ 140.606	\$ -
Edwin Paipa	Sellado	\$ 1.160.000	\$ 140.606	\$ -
Rafael Vega	Impresión	\$ 1.062.000	\$ -	\$ -

*Nota.* En la tabla evidenciamos los costos de mano de obra directa para los 9 trabajadores de la empresa. Información tomada de Plastisander S.A.S.

#### **7.7.2.1 Horas trabajadas**

Las horas legales vigentes por turno de trabajo son de 8 horas; sin embargo, el sistema que usa la empresa para calcular los costos de mano de obra directa asigna turnos de 10 o 12 horas, pagando en ocasiones 4 horas extras por día, las cuales no se ven reflejadas en los costos, ya que cuenta con un mal cálculo del valor de sus horas extras y una mala asignación de las horas extras diurnas y nocturnas dentro de su herramienta ofimática, como se puede observar en la hoja de cálculo MOD, en el apéndice F.

Se recopiló toda la información de las horas laboradas por todos los empleados de los últimos seis meses del año 2023, con el propósito de conocer las horas que labora el empleado

mensualmente en promedio y los costos que se generan en horas extras diurnas, horas extras nocturnas y recargos nocturnos. Todo esto lo podemos observar en el apéndice G.

### 7.7.2.2 *Provisiones pagos laborales*

Según el análisis a la herramienta ofimática que utiliza la empresa actualmente, para hallar la provisión de pagos laborales, los cuales se muestran en la tabla 16. En el año 2023, la empresa dio un 21,83 % de prestaciones sociales, el cual está bien calculado.

La seguridad social que pagó la empresa por empleado fue de 20,35 %, la cual está mal calculada debido a un error en los pagos a salud del 4 %, el cual no debería hacerse, ya que la empresa está exonerada de pagar salud. También hay un error en los riesgos laborales, ya que se cuenta con un nivel 3 de riesgos laborales, el cual corresponde a un 2,436 %, y no un 4%.

Como podemos observar en la tabla 15, los aportes parafiscales están bien formulados debido a que la empresa está exonerada de pagar ICBF y SENA, y solo tiene que pagar el 4 % de caja de compensación, por lo que los aportes parafiscales quedan con el mismo valor.

La empresa termina pagando un 46,18 % de provisiones laborales por empleado, y si se corrigen todos los errores, debería pagar un 40 %, lo cual es lo ideal, ya que estaría cumpliendo con todas las leyes y reduciendo el porcentaje de provisiones, haciendo que los costos de MOD sean menores y más eficientes.

**Tabla 15**

*Provisiones pagos laborales del sistema actual*

PROVISIÓN PAGOS LABORALES	
Cesantías	8,33%
Intereses	1%

Vacaciones	4,17%
Primas	8,33%
Subtotal prestaciones sociales	21,83%
Salud	4,00%
Pensión	12%
Riesgos laborales	4,35%
Subtotal seguridad social	20,35%
SENA	0%
ICBF	0%
Caja compensación	4%
Subtotales parafiscales	4%
<b>TOTAL PAGOS LABORALES</b>	<b>46,18%</b>

*Nota.* La tabla 15 nos muestra las provisiones laborales del modelo de costos actual de la empresa.

Información tomada de Plastisander S.A.S.

### 7.7.2.3 Costos mano de obra directa

Los costos de MOD se pueden ver en la tabla 16. Estos se obtienen a partir de la suma de la mano de obra directa, auxilio de transporte y bonificaciones de las 3 áreas, multiplicadas por el porcentaje de provisión laboral, lo cual es erróneo, ya que no se puede realizar dicha multiplicación, porque el porcentaje de las provisiones se debe multiplicar solamente por un SMLV, sin bonificaciones. Las bonificaciones se deben agregar al costo de otra manera. También podemos observar cómo sacan una tasa del nivel de producción dividido en los costos totales de cada área de trabajo.

**Tabla 16**

*Costos de la mano obra directa del sistema actual*

	Cálculo bolsa	Cálculo rollo	Cálculo impresión
MOD	\$ 5.454.273	\$ 5.126.344	\$ 1.062.000
Provisión	\$ 2.518.783	\$ 2.367.346	\$ 490.432
Total MOD	\$ 7.973.056	\$ 7.493.689	\$ 1.552.432
Nivel Prod Kg	\$ 14.000	\$ 15.000	\$ 5000

Tasa \$/Kg      \$ 569,50      \$ 499,58      \$ 310

---

*Nota.* La tabla nos muestra los costos de mano de obra directa del sistema actual con base en una tasa en kilogramos. Información tomada de Plastisander S.A.S.

### **7.7.3 Costos indirectos de fabricación**

Los costos indirectos de fabricación que presenta actualmente Plastisander S.A.S son de dos tipos: fijos y variable. En los fijos se encuentran el arriendo y la nómina de la MOI, entre otras cosas. Por otro lado, los variables son la materia prima y los servicios públicos.

#### **7.7.3.1 CIF Fijos**

- **Mano de obra indirecta:** Actualmente, la empresa cuenta con dos trabajadores indirectos asociados al área de producción de la empresa, la supervisora de producción Adriana Jiménez, que cuenta con un sueldo de 2.000.000 COP mensuales, y el mecánico Orlando Galvis, con un sueldo de 1.000.000 COP mensual. Cabe recalcar que la supervisora trabaja una jornada laboral completa y el mecánico solo en los momentos que se presentan problemas con las máquinas.
- **Arriendo:** Plastisander para el año 2023 pagó de arriendo mensual 6.000.000 de pesos por las tres plantas con las que cuentan las instalaciones.

#### **7.7.3.2 CIF Variables**

- **Materiales indirectos de fabricación:** Plastisander cuenta con 5 materiales indirectos asociados al producto, como lo son pigmentos, alcohol, cinta Rotatex, tintas y marcadores Dinax. La empresa calcula el costo de los materiales con un promedio de cada tipo de material, lo cual es totalmente erróneo, ya que en ocasiones los precios de las materias

están muy altos y son sobre costos que no se tienen en cuenta, lo cual nos da un mal cálculo de los costos de los materiales indirectos de fabricación.

- **Servicios públicos:** La empresa para el año 2023 gastó en promedio mensual 15.000.000 de pesos en luz y 500.000 pesos para agua y teléfono. Todo esto nos da un costo de 15.500.000 pesos mensuales en servicios públicos.

## 8. Selección del sistema de costos apropiado

Para seleccionar el sistema más apropiado para Plastisander, se realizó una matriz multicriterio para ayudar en la elección de la mejor alternativa para la empresa de la manera más objetiva posible; para ello, nos vamos a basar en la metodología implementada en el trabajo de grado *Diseño e implementación de un Sistema de Costos para la empresa Jugos y Frutas de Colombia S.A.S.*, la cual consiste en:

- **Identificación del problema:** Definir el problema de forma concreta, el cual requiere alternativas de solución.
- **Selección de los criterios de decisión:** Son aquellos criterios de decisión que se generan a partir de conocer la problemática y nos ayudan a darle un juicio a las posibles alternativas de solución.
- **Ponderación de criterios de decisión:** La ponderación es el peso que se le da cada alternativa según el nivel de importancia en el que se encuentre, se puede representar más fácilmente en porcentajes. Es muy importante tener en cuenta la opinión de todas las partes implicadas para así asignar las ponderaciones correctamente.
- **Análisis de alternativas:** Se hace un análisis de todas las alternativas que pueden ayudar en la solución del problema principal.

- **Selección de alternativa:** Haciendo uso de la matriz multicriterio se selecciona la mejor alternativa teniendo en cuenta todos los factores.

### **8.1 Identificación del problema**

Plastisander S.A.S actualmente no cuenta con un sistema de costos que le ayude a conocer y controlar los costos en los que se están incurriendo en la planta de producción para cada orden de trabajo.

### **8.2 Selección de criterios de decisión**

A continuación, se muestran los criterios de la empresa y los criterios de autor, los cuales fueron propuestos en colaboración de ambas partes con el fin de garantizar la buena evaluación del mejor diseño de costos para Plastisander S.A.S.

- **Adaptación del sistema:** El sistema de costos se debe adaptar al funcionamiento de empresa y a sus necesidades con respecto a sus costos de producción.
- **Reportes de costos:** El sistema de costos debe suministrar información sobre los tres elementos fundamentales del costo mediante reportes que permitan ayudar en la toma de decisiones.
- **La herramienta ofimática:** El sistema de costos debe hacer uso de una herramienta ofimática de fácil manejo en cuanto a la manipulación de sus datos, además de generar reportes claros y fáciles de interpretar.
- **Facilidad para conocer los costos:** El sistema debe suministrar los costos unitarios y el costo de cada orden de trabajo por tipo de producto.
- **Control del sistema:** El sistema debe contar con formatos de control en cada una de las áreas de producción por las que pase la orden de trabajo.

- Fácil aplicación: El sistema debe ser fácil de aplicar en todas las áreas de producción de la empresa; además, de fácil entendimiento para los operarios de la planta de producción.

### 8.3 Ponderación de los criterios de decisión

La ponderación de los criterios se hace para asignarle un nivel de importancia relativa o peso a cada uno de estos. Se asignan porcentajes según el peso que tengan sobre las necesidades de la empresa con el fin de que la suma dé 100 %. Los porcentajes son asignados por la gerencia y el autor con el propósito de que sea una decisión en conjunto, el peso que debe tener cada criterio de decisión.

**Tabla 17**

*Criterios de decisión*

Criterios de decisión	Peso
Adaptación del sistema	25%
Control del sistema:	20%
Reportes de costos:	15%
Fácil aplicación:	15%
Facilidad para conocer los costos:	15%
La herramienta ofimática	10%

*Nota.* La siguiente tabla muestra los criterios de decisión que se tomaron para la matriz multicriterio.

### 8.4 Análisis de alternativas

Para la elección de las alternativas de decisión, se escogieron las siguientes tres opciones: por órdenes de producción, por procesos y según el modelo de costos ABC, el cual, si bien no es un sistema de costos, es muy usado por las empresas para ayudar con la asignación y recolección de los costos. Estas tres alternativas son las más apropiadas para el diseño del sistema de costos

del proceso productivo de la empresa, ya que cuentan con diferentes características que se pueden adaptar y aplicar al funcionamiento de Plastisander S.A.S.

### 8.5 Selección de la alternativa

Se realiza la calificación de la alterativa de decisión por el autor del proyecto y la gerencia con respecto a los criterios de decisión. Se asignan valores entre 1 y 5, entre mayor es la calificación mayor es el nivel de cumplimiento que tiene el criterio para el calificador.

- 1: cumplimiento muy malo
- 2: cumplimiento malo
- 3: cumplimiento mediano
- 4: cumplimiento bueno
- 5: cumplimiento muy bueno

Después de haber hecho la calificación por parte del autor y la gerencia, se multiplicó el peso de cada criterio por su calificación para obtener la calificación real de cada criterio, luego se promedia la suma de las dos calificaciones y se escoge la mejor alternativa de decisión para realizar el diseño del sistema de costos.

**Tabla 18**

*Matriz multicriterio*

Criterios de decisión	Peso	Sistema por orden de producción		Sistema por procesos		por sistema ABC	
		Autor	Gerencia	Autor	Gerencia	Autor	Gerencia
Adaptación del sistema	0,25	5	5	4	3	2	3
Control del sistema:	0,20	5	5	5	4	5	5

Reportes de costos:	0,15	4	4	3	4	2	3
Fácil aplicación:	0,15	4	4	3	4	3	3
Facilidad para conocer los costos:	0,15	5	5	4	3	3	3
La herramienta ofimática	0,10	4	4	4	4	4	4
	100%	4,60		3,75		3,30	

*Nota.* En la tabla observamos la matriz multicriterio usada para la elección del sistema de costos que mejor se adapte a la empresa.

Como podemos observar en la tabla 18, la mejor alternativa de decisión fue el sistema de costos por órdenes de producción, ya que es el sistema que mejor cumple con los criterios, además de que el funcionamiento de la empresa está dado por órdenes de producción se hace pertinente el uso de este sistema por su alto nivel de adaptabilidad.

### 8.6 Requerimientos para el sistema de costos seleccionado

Los requerimientos frente al nuevo sistema de costos y la herramienta ofimática son muy importantes a tener en cuenta, por eso a continuación se muestran algunos de ellos.

- La empresa requiere que el nuevo sistema de costos proporcione la información del costo de la orden de producción, teniendo en cuenta los centros de trabajo por los que pasa el pedido.
- La empresa desea que el nuevo sistema facilite la información de los costos unitarios de cada orden de producción.
- Se requiere que la herramienta ofimática sea de fácil entendimiento, en cuanto a la digitación y lectura de información.

- Se requieren elementos de control que ayuden a recolectar información para alimentar la herramienta ofimática.
- La herramienta debe ser de fácil adaptabilidad a los cambios de algunas variables, como es el caso de los precios de la materia prima o los sueldos de la mano de obra.
- La herramienta debe estar diseñada de manera que halle el costo de la orden de producción sin importar la cantidad que es producida o si es una nueva referencia.

## **9. Diseño del sistema de costos**

### **9.1 Materiales directos**

Los materiales directos juegan un papel importante en fabricación de productos, por esto es muy importante conocer cómo se deben manejar en el sistema basado en órdenes de producción. Los costos de material directos solo se deben aplicar en aquellos materiales que tienen gran relevancia o importancia dentro del producto final.

Plastisander cuenta con cuatro tipos diferentes de materia prima, los cuales se componen por plásticos, pigmentos, tintas y alcohol. Los precios de estos varían dependiendo según la cotización que se haga en su debido momento y las listas de precios que dan los proveedores.

En la implementación del nuevo sistema, colocamos los pigmentos, tintas, alcohol y el recuperado en todas sus presentaciones en materia prima directa, esto es algo que la empresa en su anterior sistema no contemplaba. Estos materiales tienen que hacer parte de materia prima directa ya que son fundamentales en la fabricación de los diferentes productos de la empresa.

En el apéndice H, se alberga toda la materia prima directa que se usa, tanto la vieja que ya contemplaba la empresa como la nueva que se agregó para que el nuevo sistema funcione de la manera correcta y sus cálculos sean más precisos.

Las diferentes clases de pigmentos que se usa Plastisander S.A.S. actualmente son las que se muestran a continuación.

**Tabla 19**

*Pigmentos usados actualmente por Plastisander S.A.S.*

PIGMENTOS	PROVEEDOR
Pigmento fucsia	Quenn
Pigmento marrón	Quenn
Pigmento beige	Quenn
Pigmento lila	Quenn
Pigmento verde navidad	Quenn
Pigmento verde aseo	Quenn
Pigmento rojo	Quenn
Pigmento celeste	Quenn
Pigmento azul	Quenn
Pigmento amarillo	Quenn
Pigmento negro	Quenn
Pigmento blanco	Quenn

*Nota.* En la tabla observamos los diferentes pigmentos que se usan actualmente en la empresa.

La empresa usa diferentes plásticos según al proveedor que se le compra, ya que para el sistema va a variar el costo según el plástico que se esté usando para la orden de producción. Además, se agregó a las materias primas directas el material recuperado, el cual antes no se tenía en cuenta, es un material sacado de los desperdicios que generaban en la producción. Como podemos observar en la tabla 20 se muestran todos los plásticos usados actualmente en la empresa.

**Tabla 20**

*Plástico con sus proveedores*

PLASTICO	PROVEEDOR
Polipropileno	Quimica, Esenttia, Almagrano, Printplast, Plassol, Brentas, Salfer y Syrus
Metaloceno	Quimica, Esenttia, Almagrano, Printplast, Plassol, Brentas, Salfer y Syrus
Lineal	Quimica, Esenttia, Almagrano, Printplast, Plassol, Brentas, Salfer y Syrus
Polietileno baja	Quimica, Esenttia, Almagrano, Printplast, Plassol, Brentas, Salfer y Syrus
Polietileno alta	Quimica, Esenttia, Almagrano, Printplast, Plassol, Brentas, Salfer y Syrus
Recuperado aglutinado baja	Jimmy Rojas
Recuperado transparente alta	Jimmy Rojas
Recuperado transparente baja	Jimmy Rojas
Recuperado blanco baja	Jimmy Rojas
Recuperado blanco alta	Jimmy Rojas
Recuperado negro alta	Jimmy Rojas
Recuperado negro baja	Jimmy Rojas

*Nota.* En la tabla se muestran los plásticos que se utilizan en la producción con sus respectivos proveedores.

El alcohol y las tintas incluido el extender, también son parte la materia prima directa, ya que tiene una participación significativa dentro del producto, para el nuevo sistema tomaron los precios de las tintas de color y se sacó un solo promedio, ya que los precios suelen ser muy similares y la variación no es significativa exceptuando la tinta blanca y negra porque sus precios son distintos, lo mismo pasa con el extender y el alcohol al ser materiales diferentes. Todo esto lo podemos observar en el apéndice H.

A continuación, se muestran las tintas y el alcohol con sus respectivos precios.

**Tabla 21***Tintas y alcohol con precios en kilogramos*

TINTAS Y ALCOHOL	PRECIO KILO PROMEDIO	PRECIO TOTAL TARRO DE 17 KG
Tintas color	\$ 29.833,15	\$ 507.163,57
Tinta blanca	\$ 21.643,72	\$ 367.943,24
Tinta negra	\$ 25.430,30	\$ 432.315,10
Extender	\$ 20.401,36	\$ 346.823,12
Alcohol	\$ 12.500,00	\$ 1.050.000,00

*Nota.* En la tabla podemos observar las tintas y el alcohol con sus precios en kilogramos.

## 9.2 Mano de obra directa

La mano de obra directa se relaciona con las horas o el tiempo que los operarios de producción empleen en una orden de trabajo en específico. A cada orden de producción se le deben asignar todos los costos de nómina de los empleados directos, como lo son el sueldo base, horas extras, auxilio de transporte, prestaciones sociales, seguridad social y aportes parafiscales.

La mano de obra directa de Plastisander S.A.S es la misma ya presentada en el apartado 7.7.2, con los mismos turnos y sus respectivas horas extras. Se debe hacer una corrección en la asignación de las horas extras y sus valores para hallar el costo óptimo de la mano de obra. También se hizo una corrección a las provisiones laborales, ya que presentaba algunos errores, como se muestra a continuación.

### Tabla 22

*Provisión pagos laborales del nuevo sistema de costos*

PROVISION PAGOS LABORALES:	
Cesantías	8,33%
Intereses	1%
Vacaciones	4,17%
Primas	8,33%
Subtotal prestaciones sociales	21,83%
Salud	0,00%
Pensión	12%

Riesgos laborales	2,44%
Subtotal seguridad social	14,44%
SENA	0%
ICBF	0%
Caja compensación	4%
Subtotal parafiscales	4%
<b>TOTAL PAGOS LABORALES</b>	<b>40,27%</b>

*Nota.* En la tabla se evidencian las provisiones laborales calculadas correctamente.

Las horas laborales por semana en Colombia eran de 48, después del proyecto de ley 2101 del 2021 se dijo que a partir del 16 de julio del año 2023 se iban a reducir año tras año hasta que en el 2026 queden en 42 horas semanales.

En el apéndice I, podemos observar el cálculo de los costos de MOD de Plastisander. Partiendo de lo mencionado anteriormente, se calculan los días laborales del 2023 hasta el 2026 con el propósito de ayudar en el cálculo de los costos de mano de obra directa mensual, ya que al ser directa solo se puede calcular en los días hábiles para laborar.

**Tabla 23**

*Días laborales*

DIAS LABORALES 2023	30	DIAS LABORALES 2024	30	DIAS LABORALES 2025	30	DIAS LABORALES 2026	30
JULIO 2023	23	ENERO 2024	24	ENERO 2025	24	ENERO 2026	24
AGOSTO 2023	24	FEBRERO 2024	26	FEBRERO 2025	26	FEBRERO 2026	26
SEPTIEMBRE 2023	26	MARZO 2024	22	MARZO 2025	24	MARZO 2026	24
OCTUBRE 2023	24	ABRIL 2024	26	ABRIL 2025	24	ABRIL 2026	24
NOVIEMBRE 2023	24	MAYO 2024	24	MAYO 2025	25	MAYO 2026	23
DICIEMBRE 2023	23	JUNIO 2024	23	JUNIO 2025	23	JUNIO 2026	23
		JULIO 2024	24	JULIO 2025	26	JULIO 2026	25
		AGOSTO 2024	24	AGOSTO 2025	23	AGOSTO 2026	23
		SEPTIEMBRE 2024	25	SEPTIEMBRE 2025	26	SEPTIEMBRE 2026	26
		OCTUBRE 2024	25	OCTUBRE 2025	25	OCTUBRE 2026	25

NOVIEMBRE 2024	24	NOVIEMBRE 2025	23	NOVIEMBRE 2026	23
DICIEMBRE 2024	24	DICIEMBRE 2025	24	DICIEMBRE 2026	24

*Nota.* En la tabla se muestran los días laborales para los 4 años en los que la reducción aplica.

Después de obtener los días laborales se hizo el cálculo de las horas normales, extras y recargos nocturnos, para cada una de las reducciones, partiendo de 48 h hasta las 42 h que cada empresa debe cumplir para sus empleados. En este procedimiento observamos cómo para la empresa las horas normales van disminuyendo y las extras van aumentando, ya que ellos cumplen horarios de 10 a 12 horas que no piensan modificar, pero esto sí va a influir en las horas extras que van a tener que ir pagando a medida que la reducción de las horas se haga.

**Tabla 24**

*Horas normales, extras y recargos nocturnos para la reducción de horas laborales*

Turno Diurno																			
Con 42 horas semanales trabajadas				Con 44 horas semanales trabajadas				Con 46 horas semanales trabajadas				Con 47 horas semanales trabajadas				Con 48 horas semanales trabajadas			
7	Horas Normal	7,3	Horas Normal	7,67	Horas Normal	7,83	Horas Normal	8	Horas Normal	8	Horas Normal	8	Horas Normal	8	Horas Normal	8	Horas Normal	8	Horas Normal
3	Horas H.E.D	2,7	Horas H.E.D	2,33	Horas H.E.D	2,17	Horas H.E.D	2	Horas H.E.D	2	Horas H.E.D	2	Horas H.E.D	2	Horas H.E.D	2	Horas H.E.D	2	Horas H.E.D
Turno Nocturno Extrusión																			
Con 42 horas semanales trabajadas				Con 44 horas semanales trabajadas				Con 46 horas semanales trabajadas				Con 47 horas semanales trabajadas				Con 48 horas semanales trabajadas			
3,4	Horas Normal	3,8	Horas Normal	4,2	Horas Normal	4,4	Horas Normal	4,6	Horas Normal	4,6	Horas Normal	4,6	Horas Normal	4,6	Horas Normal	4,6	Horas Normal	4,6	Horas Normal
5	Horas R.N	5	Horas R.N	5	Horas R.N	5	Horas R.N	5	Horas R.N	5	Horas R.N	5	Horas R.N	5	Horas R.N	5	Horas R.N	5	Horas R.N
3,6	Horas H.E.N	3,2	Horas H.E.N	2,8	Horas H.E.N	2,6	Horas H.E.N	2,4	Horas H.E.N	2,4	Horas H.E.N	2,4	Horas H.E.N	2,4	Horas H.E.N	2,4	Horas H.E.N	2,4	Horas H.E.N
Turno Nocturno Sellado																			
Con 42 horas semanales trabajadas				Con 44 horas semanales trabajadas				Con 46 horas semanales trabajadas				Con 47 horas semanales trabajadas				Con 48 horas semanales trabajadas			
3,4	Horas Normal	3,8	Horas Normal	4,2	Horas Normal	4,4	Horas Normal	4,6	Horas Normal	4,6	Horas Normal	4,6	Horas Normal	4,6	Horas Normal	4,6	Horas Normal	4,6	Horas Normal
5	Horas R.N	5	Horas R.N	5	Horas R.N	5	Horas R.N	5	Horas R.N	5	Horas R.N	5	Horas R.N	5	Horas R.N	5	Horas R.N	5	Horas R.N
2,6	Horas H.E.N	2,2	Horas H.E.N	1,8	Horas H.E.N	1,6	Horas H.E.N	1,4	Horas H.E.N	1,4	Horas H.E.N	1,4	Horas H.E.N	1,4	Horas H.E.N	1,4	Horas H.E.N	1,4	Horas H.E.N

*Nota.* En la tabla se observa el cálculo de las horas normales, extras y recargos nocturnos, según la reducción de horas laborales que se hace cada año y teniendo en cuenta los diferentes turnos que se manejan en la planta de producción.

Después de obtener los días laborales y los turnos, podemos calcular el valor de la hora normal mensual, hora mensual, recargo nocturno y hora mensual hora extra permanente. Al cálculo de estas horas se le agrega el auxilio y las prestaciones, y tenemos el sueldo total para cada turno y para cada cantidad de horas laborales, ya con esto podemos calcular el valor diario, valor hora y valor minuto para cada trabajador, lo cual es lo ideal para el sistema de costos que se escogió, ya que esto nos permite agregarle a cada orden de producción el valor real que se está empleando.

### **9.3 Costos indirectos de fabricación**

Los costos indirectos de fabricación en Plastisander se estaban manejando de la manera equivocada en varios aspectos ya mencionados en el apartado 7.7.3. Para el sistema propuesto, vamos a cambiar la manera en la que calcula los CIF y vamos a aplicar una tasa predeterminada estándar, esto se hará con el promedio de los CIF mensual y el nivel de operación presupuestado, cuya base es un estudio de tiempo para la maquinaria, con el propósito de calcular los CIF por medio de las horas máquina que se usan en cada orden de producción.

#### **9.3.1 Estudio de tiempos maquinaria**

Se calcularon las horas máquina con un estudio de tiempos. Para este, se tomó como muestra el mes de diciembre del año 2023. Se hizo el estudio en las 3 áreas de producción de la

empresa, teniendo en cuenta las máquinas que hay a disposición. Este estudio lo podemos encontrar en el apéndice J.

El estudio de tiempos se dio inicio en el área de sellado. Este se realizó en colaboración con los empleados, ya que ellos toman los tiempos que tarda cada producto en las máquinas. Esto es digitado en las hojas donde está la orden de producción. Se visualizó que un operario de extrusión puede manipular varias máquinas al tiempo, lo que hace que en una sola jornada estén funcionando 3 o más máquinas extrusoras dependiendo de la demanda; hay ocasiones en las que las horas máquina se vieron afectadas porque las máquinas tenían daños, los cuales tardaban horas o días en repararse, lo que perjudicaba la línea de producción y los tiempos. El área de sellado recibe los rollos impresos o sin impresión, en esta área cada operario tiene la capacidad de manejar una máquina, lo que hace que las horas máquina vayan de acuerdo con las horas del operario; los daños en las máquinas suelen causar los retrasos en los tiempos y en uso de las selladoras. Por otra parte, impresión es un área en la cual hay una sola máquina, lo que hace que sea un claro cuello de botella; esta máquina suele tardar mucho en el montaje para empezar a producir y se daña con regularidad, lo que perjudica las horas máquina de la misma.

En la tabla 25 se muestran los tiempos totales de cada máquina y el acumulado de todas las máquinas, dándonos un tiempo total de horas máquina mensual de 2053 horas y 5 minutos.

**Tabla 25**

*Tiempos hora máquina*

MÁQUINAS	TIEMPO
Extrusora Bimaq	391:50
Extrusora PE 45	330:45
Extrusora PE 30	159:55

Extrusora PP	196:10
Selladora lateral con mesa	300:10
Selladora lateral sin mesa	294:50
Selladora de fondo	223:40
Impresora	155:45
<b>TIEMPO TOTAL HORA MÁQUINA</b>	<b>2053:05</b>

*Nota.* En la tabla observamos los tiempos de hora maquina totales para cada maquina y la suma de todas estas.

### **9.3.2 Estudio de tiempos mano de obra directa**

El estudio de tiempos enfocado en la mano de obra directa se hace con el propósito de ser un complemento para el cálculo de los CIF de mano de obra directa. El estudio se realizó para las 3 áreas de producción. Para cada uno de los operarios, se tomaron 10 muestras, en las cuales se sacaron los tiempos ociosos, inactivos y productivos. El estudio se puede observar en el apéndice K.

Se inició el estudio conociendo la jornada laboral de cada área, para después tomar las muestras y las razones en las cuales se gastaba el tiempo a lo largo de la jornada. La empresa cuenta con horario de almuerzo que no entra dentro del estudio, ya que es tiempo del trabajador, y con 2 descansos programados a lo largo de la jornada, estos pueden ser de 15 a 20 minutos dependiendo del trabajador y el área; estos tiempos entran en la categoría de tiempo inactivo. El tiempo ocioso se repartía en tareas como cambiarse u organizar el puesto de trabajo. Por último, el tiempo productivo se repartía en todas las actividades en las que el trabajador estaba involucrado directamente y aportaba en la fabricación del producto.

En la tabla 26 se muestran los tiempos totales promedios de cada trabajador en cada una de las áreas de producción y se evidencia cómo se distribuyeron en los tres tipos de tiempos.

**Tabla 26***Tiempos mano de obra directa*

TIEMPOS PROMEDIO TOTALES								
ÁREA	T. Prom. Ocioso Total (min)	T. Prom. Ocioso Total (horas)	T. Prom. Inactivo Total (min)	T.Prom. Inactivo Total (horas)	T. Prom Prod. Total (min)	T. Prom Prod. Total (horas)	T. Prom. Total Minutos	T. Prom. Total Horas
Extrusión	91	1,516666	36,66666	0,611111	468,0106	7,800177	595,677	9,927955
Sellado	139,605	2,326761	31,42857	0,523809	423,9671	7,066119	595,001	9,9166904
Impresión	210,843	3,51405	27	0,45	360,559	6,009316	598,402	9,9733666
Total	441,4487	7,357478	95,09523	1,584920	1252,536	20,87561	1789,08	29,81801

*Nota.* En la siguiente tabla observamos tiempos promedios totales de la mano de obra directa, entre estos están los tiempos ociosos, inactivos y productivos.

### 9.3.3 *Cálculo de los costos indirectos de fabricación*

Después de hallar el nivel presupuestado de operación, se determinaon los costos asociados a los CIF, ya que es muy importante conocer los costos indirectos que son fijos y variables dentro del proceso productivo, esto nos ayudará a conocer los costos reales en los que está incurriendo la empresa a la hora de fabricar una orden de trabajo.

Para hallar los costos indirectos de fabricación, se calculó el costo promedio de los últimos 6 meses del año 2023; para obtener el promedio, se buscaron mediante datos históricos los costos de los elementos asociados a los CIF. A continuación, se describen estos elementos y sus costos.

Para dar inicio al cálculo de los costos indirectos de fabricación, se halló primero el costo promedio de la MOI, tal como se muestra en la tabla 27, el cual se saca de la suma de los sueldos

del mecánico y de la supervisora de producción. Este cálculo lo podemos observar más detalladamente en el apéndice L.

**Tabla 27**

*Costos mensuales de mano de obra directa*

MES	MANO DE OBRA INDIRECTA
JULIO	\$ 3.000.000,00
AGOSTO	\$ 3.000.000,00
SEPTIEMBRE	\$ 3.000.000,00
OCTUBRE	\$ 3.000.000,00
NOVIEMBRE	\$ 3.000.000,00
DICIEMBRE	\$ 3.000.000,00
TOTAL	\$ 18.000.000,00
PROMEDIO	\$ 3.000.000,00

*Nota.* En la tabla se muestran los costos mensuales de mano de obra indirecta de los últimos 6 meses del año 2023, además de su costo total y promedio.

Se continúan los cálculos de los CIF con la MOD. Para este cálculo es muy importante tener en cuenta el cálculo del costo del día, hora y minuto mostrado en el apéndice K y el estudio de tiempos de mano de obra directa. Con estos dos elementos, se calcularon los costos indirectos de la mano de obra directa, todos estos cálculos los podemos observar en el apéndice L.

En la siguiente tabla se muestran los CIF de MOD totales de los últimos seis meses del año 2023.

**Tabla 28**

*Costos mensuales de mano de obra directa*

MES	Mano de obra directa
JULIO	\$ 5.070.470,69
AGOSTO	\$ 4.625.350,03

SEPTIEMBRE	\$	3.268.853,37
OCTUBRE	\$	4.742.584,07
NOVIEMBRE	\$	4.500.711,73
DICIEMBRE	\$	5.208.683,45
TOTAL	\$	27.416.653,33
PROMEDIO	\$	4.569.442,22

*Nota.* En la tabla se muestran los costos mensuales de mano de obra directa de los últimos 6 meses del año 2023, además de su costo total y promedio.

Se continúa el cálculo de los costos indirectos de fabricación, hallando el costo promedio de la MI, tal como se muestra en la tabla 25. Para este caso hicimos una revisión y una suma de los datos históricos de las facturas de compra de la materia indirecta (cinta y marcador), arrojándonos así el promedio de los últimos 6 meses. Todo este cálculo de muestra en el apéndice L.

**Tabla 29**

*Costos mensuales materia prima indirecta*

MES	MATERIA INDIRECTA			
	Cinta	Marcador	Cinta Rotatex	Marcador Dinax
JULIO	\$ 112.350,00	\$ 28.000,00	\$ -	\$ 110.000,00
AGOSTO	\$ 112.350,00	\$ 28.000,00	\$ -	\$ -
SEPTIEMBRE	\$ 112.350,00	\$ 28.000,00	\$ -	\$ -
OCTUBRE	\$ 112.350,00	\$ 28.000,00	\$ -	\$ -
NOVIEMBRE	\$ 112.350,00	\$ 28.000,00	\$ -	\$ -
DICIEMBRE	\$ 112.350,00	\$ 28.000,00	\$ 1.248.000,00	\$ 110.000,00
TOTAL	\$ 674.100,00	\$ 168.000,00	\$ 1.248.000,00	\$ 220.000,00
PROMEDIO	\$ 112.350,00	\$ 28.000,00	\$ 208.000,00	\$ 36.666,67

*Nota.* En la tabla se muestran los costos mensuales de materia indirecta de los últimos 6 meses del año 2023, los materiales son la cinta, marcador, cinta Rotatex y marcador Dinax.

Después de haber calculado el costo de los CIF y la MI, se procede hallar el costo promedio del arriendo, luz, agua, telefonía y seguro; para la realización de este cálculo el área de contabilidad

me proporcionó los datos históricos de estos elementos, sacando así los costos mensuales y el promedio.

En la tabla 30 se muestran los costos después de haber multiplicado los costos generales de estos elementos por un 85 % correspondiente al consumo de la fábrica, este porcentaje es proporcionado por el área contable de la empresa.

**Tabla 30**

*Costos mensuales servicios*

MES	ARRIENDO	LUZ	AGUA	TELEFONIA	SEGURO
		\$		\$	
JULIO	\$ 5.100.000,00	12.125.428,93	\$ 209.661,00	207.111,85	\$ 2.978.694,95
		\$		\$	
AGOSTO	\$ 5.100.000,00	13.147.137,85	\$ 209.661,00	207.079,55	\$ 2.978.694,95
		\$		\$	
SEPTIEMBRE	\$ 5.100.000,00	12.190.801,15	\$ 220.056,50	206.419,95	\$ 2.978.694,95
		\$		\$	
OCTUBRE	\$ 5.100.000,00	11.690.869,40	\$ 221.909,50	206.420,80	\$ 2.978.694,95
		\$		\$	
NOVIEMBRE	\$ 5.100.000,00	13.478.438,10	\$ 221.918,00	206.313,70	\$ 2.978.694,95
		\$		\$	
DICIEMBRE	\$ 5.100.000,00	11.278.108,55	\$ 223.108,00	231.492,40	\$ 2.978.694,95
		\$	\$	\$	
TOTAL	\$ 30.600.000,00	73.910.783,98	1.306.314,00	1.264.838,25	\$ 17.872.169,70
		\$		\$	
PROMEDIO	\$ 5.100.000,00	12.318.464,00	\$ 217.719,00	210.806,38	\$ 2.978.694,95

*Nota.* En la tabla se muestran los costos mensuales de servicios de los últimos 6 meses del año 2023, además de su costo total y promedio.

Por último, se hizo la sumatoria y se halló el promedio de todos los costos indirectos de fabricación de los últimos 6 meses del año 2023, tal como se puede observar en la tabla 31.

**Tabla 31**

*Costos mensuales totales*

MES	TOTAL
JULIO	\$ 28.941.717,41
AGOSTO	\$ 29.408.273,38
SEPTIEMBRE	\$ 27.105.175,92
OCTUBRE	\$ 28.080.828,72
NOVIEMBRE	\$ 29.626.426,48
DICIEMBRE	\$ 29.518.437,35
TOTAL	\$ 172.680.859,26
PROMEDIO	\$ 28.780.143,21

*Nota.* En la tabla se muestran los costos mensuales totales de los últimos 6 meses del año 2023, además de su costo total y promedio.

**9.3.4 Tasa predeterminada**

La tasa predeterminada está conformada por los costos indirectos de fabricación los cuales ya fueron mencionados y calculados anteriormente. También está conformada por el nivel presupuestado, este nivel se puede tomar de muchas mareas, ya sea los kilogramos que se producen, horas hombre, horas máquina, etc.

Hicimos una evaluación en conjunto con el director para tomar uno de estos niveles y nos inclinamos por las horas máquinas, ya que superan las horas hombre y lo hace el recurso más usado de la empresa, no se toman los kg porque es más difícil tener el cálculo exacto debido a que las bolsas se miden por cantidad y no por peso, dificultando las conversiones y haciendo que el sistema sea más complejo.

El funcionamiento de la tasa se hace tomando los costos promedios de los últimos seis meses del 2023 y los dividimos sobre el total de horas máquinas que obtuvimos en el estudio de tiempos, dándonos así un valor en pesos por hora máquina.

Al momento de la aplicación, se necesita conocer las horas maquina que se invirtieron en una orden producción para multiplicarlo por la tasa predeterminada y que así nos dé el valor de los costos indirectos de fabricación para esa orden en específico.

En la siguiente ecuación podemos observar la tasa predeterminada para el cálculo de los CIF.

### Figura 15

*Tasa predeterminada*

$$Tasa\ predeterminada = \frac{CIF}{Hora\ maquina}$$

*Nota.* En la ecuación 2 se muestra la tasa predeterminada la cual sirve para el cálculo de los costos indirectos de fabricación tomando como base las horas máquina.

## 10. Diseño herramienta ofimática

La herramienta ofimática está diseñada para que se alimenten los tres elementos fundamentales del costo y al final se proyecte el costo de cada orden de producción, dándonos así un valor más exacto de lo que está costando la producción de los bienes; la herramienta la podemos encontrar en el apéndice M.

La herramienta va a ser alimentada por la persona encargada a partir de la información estándar de la empresa, como pueden ser los datos de la MO y MP; además, se hicieron unos formatos de control para que cada operario los diligencie y de esta manera terminar de alimentar la herramienta de la manera correcta.

## 10.1 Menú de inicio

El menú de inicio está compuesto por sistema de costos, base de datos y registros, tal como se muestra en la ilustración 7. Estos rubros nos dirigen a diferentes áreas de la herramienta ofimática. El área de sistemas es en el cual encontramos los rubros que nos ayudarán a conocer el costo por orden de producción de cada producto; en la base de datos encontramos todos los datos y soportes esenciales para el funcionamiento adecuado de la herramienta, y en los registros quedan guardados todos los datos que se generan de cada orden de producción.

**Figura 16**

*Menú de inicio de la herramienta ofimática*



*Nota.* En la figura se puede observar el menú de inicio de la herramienta ofimática con cada una de sus secciones.

## 10.2 Materia prima

La interfaz de materia prima está dividida en dos partes, tal como se muestra en la ilustración 8. En la parte superior están los datos del trabajador que hace la requisición del material,

estos se pueden buscar colocando el ID del trabajador; la parte inferior está compuesta por los datos de la materia prima que igualmente se pueden buscar con ID de la MP (todos los códigos o ID los podemos encontrar en el apéndice N). El usuario tendrá que asignar un número de OP y terminar de llenar la interfaz para hacer el respectivo registro.

En la parte de la derecha de la figura 15 observamos tres rubros, cada uno de estos rubros nos lleva a las bases de datos de la herramienta, en las cuales podemos ver los datos de los registros, MP y MO.

**Figura 17**

*Interfaz de materia prima directa*

PlastiSander S.A.S		MATERIA PRIMA DIRECTA		FECHA	
				REALIZADO	
				APROBADO	
Fecha	<input type="text"/>	Numero Req.	<input type="text"/>	Numero OP.	<input type="text"/>
<b>Datos del trabajador</b>					
ID	<input type="text"/>	BUSCAR	LIMPIAR	Puesto	<input type="text"/>
Nombre	<input type="text"/>			Área	<input type="text"/>
<b>Entrega MP</b>					
Codigo MP	<input type="text"/>	BUSCAR	LIMPIAR	ENTREGAR MP	Stock
Nombre MP	<input type="text"/>			Precio unitario	<input type="text"/>
Cantidad a entregar	<input type="text"/>	kg			Precio total
Costo total MP	\$	<input type="text"/>			

VER REGISTRO MP

GESTIONAR MP

GESTIONAR PERSONAL

*Nota.* Se muestra la interfaz de materia prima directa con sus dos secciones una para el empleado que solicita la requisición y otra para el material.

La interfaz de materia prima al momento de buscar un material en la base de datos lo hace mediante códigos que fueron creados con el propósito de facilitar la búsqueda, estos códigos los podemos observar en la siguiente tabla con sus respectivos significados.

**Tabla 32***Códigos materia prima directa*

CODIGO MP	SIGNIFICADOS DEL CODIGO MP
PBDXXX	PBA = POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD
PBAXXX	PBA = POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD
PPXXX	PP = POLIPROPILENO
LLXXX	LL = LINEAL
MLXXX	ML = METALOCENO
RXXX	R = RECICLADO
TINCOLORES	TINCOLORES = TINTAS COLORES
TINNEGRO	TINNEGRO = TINTAS NEGRAS
TINBLANCO	TINBLANCO = TINTAS BLANCAS
PIGYYY	PIG=PIGMENTOS
ALC XXX	ALC = ALCOHOL
EXTENDERXXX	EXTENDER = EXTENDER
YYY	YYY = COLOR DEL PIGMENTO
XXX	XXX = NOMBRE DEL PROVEEDOR

*Nota.* En la tabla se muestran los códigos de la materia prima directa que sirven como soporte de la herramienta ofimática.

### 10.3 Mano de obra directa

La interfaz de mano de obra directa es una sola tabla, tal como se muestra en la figura 9, en la cual buscamos el trabajador al cual se le cargan el costo por su ID y se llenan los datos que hagan falta para su registro. En la parte de la derecha observamos dos rubros mencionados anteriormente con las mismas funciones.

**Figura 18***Interfaz de mano de obra directa*

*Nota.* Se muestra la interfaz de mano de obra directa, donde se hace el registro de las horas laboradas de cada producto por empleado.

Al momento de buscar un trabajador para asignarle las horas del producto, se hace mediante unos códigos que fueron creados con base en sus turnos, áreas y al número de trabajadores que tenga disponibles. Como podemos observar en la siguiente tabla se muestran dichos códigos.

**Tabla 33**

*Códigos mano de obra directa*

ID	NOMBRE	SIGNIFICADOS DEL ID
TED1	ROLDAN HURTADO	T = TRABAJADOR
TED2	JORGE VILLAMIZAR TORRA	E= EXTRUSIÓN
TED3	CRISTIAN ORDUZ CARVAJAL	S= SELLADO
TEN1	JORGE VILLAMIZAR TORRA	I = IMPRESIÓN
TEN2	CRISTIAN ORDUZ CARVAJAL	D = DIURNO
TSD1	JHON EDER PLAZAS	N = NOCTURNO
TSD2	ELIZ ALEXANDER QUERALES	1,2...K = NUMERO DE TRABAJADOR
TSD3	EDWIN JAVIER PAIPA	
TSD4	LUIS ANTONIO PANESSO	
TSN2	ELIZ ALEXANDER QUERALES	
TSN3	EDWIN JAVIER PAIPA	
TSN4	LUIS ANTONIO PANESSO	
TID1	RAFAEL VEGA	

*Nota.* En la tabla se muestran los códigos de mano de obra directa que sirven como soporte de la herramienta ofimática.

#### 10.4 Costos indirectos de fabricación

La herramienta ofimática está adaptada al nuevo sistema de costos, por lo cual los CIF serán calculados con base en las horas máquina que se usen en cada orden de producción, como podemos ver en la ilustración 10. El costo de la tasa predeterminada ya está calculado automáticamente en horas y minutos. Este cálculo siempre va a estar automático y se va a ir actualizando acorde a cómo se actualice la base de datos de CIF.

#### Figura 19

*Interfaz costos indirectos de fabricación*

PlastiSander S.A.S		COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN		FECHA	0/01/1900
				REALIZADO	
				APROBADO	
FECHA	<input type="text"/>	Numero OP.	<input type="text"/>	<input type="button" value="GESTIONAR CIF"/> <input type="button" value="REGISTRO CIF"/>	
Tasa Predeterminada H	\$ 14.022,23	Hora maquina	<input type="text"/>		
Tasa Predeterminada M	\$ 233,70	Minuto maquina	<input type="text"/>		
Costo total	\$ -	<input type="button" value="REGISTRAR CIF"/>			

*Nota.* Como podemos observar, en la figura se muestra la interfaz de costos indirectos de fabricación, la cual va a ser manejada mediante una tasa predeterminada basada en horas máquina.


#### 10.5 Hoja de costos

La hoja de costos es donde se reúne la información previamente registrada, esto se hace mediante el número de orden el cual se busca para que arroje todos los datos anteriormente

almacenados, después de esto se digitan los datos generales y el costo se calcula automáticamente, dándonos los tres elementos fundamentales del costo para cada OP, el costo de producción unitario y la utilidad bruta que nos deja cada pedido.

**Figura 20**

*Hoja de costos*



### HOJA DE COSTOS

FECHA	
REALIZADO	
APROBADO	
OP	

REGISTRO HOJA DE COSTOS

---

Cliente

Fecha pedido

Fecha de inicio

Fecha de terminación

Numero OP.

Producto

Referencia

Cantidad  kg

---

COSTOS POR ORDEN DE PRODUCCIÓN

Botones de Búsqueda MP				Botones de Búsqueda MOD				Botones de Búsqueda CIF		
MP-1	MP-2	MP-3	MP-4	MO-1	MO-2	MO-3	MO-4	CIF-1	CIF-2	CIF-3
MP-5	MP-6	MP-7		MO-5	MO-6	MO-7		CIF-4	CIF-5	

---

Materia prima directa			Mano de obra directa			CIF		
Fecha	Numero OP.	VALOR	Fecha	Numero OP.	VALOR	Fecha	Numero OP.	VALOR
TOTAL		\$ -	TOTAL		\$ -	TOTAL		\$ -

---

**COSTOS DE FABRICACIÓN**

Materiales directos:	\$ -	Precio de venta	Costo Precortado
Mano de obra directa:	\$ -		
Costos indirectos:	\$ -		
Costos de producción	\$ -		
Costo unitario:	\$/DIVOR!		
Utilidad bruta	\$ -		

REGISTRAR COSTOS

*Nota.* La figura muestra la interfaz de costos, la cual sirve para hacer el cálculo de los costos totales por orden de producción, además de darnos una utilidad bruta si se tiene el precio de venta.

## 10.6 Dashboard

La herramienta ofimática cuenta con un *Dashboard*, el cual nos sirve para conocer diferentes estadísticas de todas las órdenes de producción que se van generando a lo largo del tiempo, siendo esto muy útil para la toma de decisiones, ya que se ven reflejadas de manera clara. El funcionamiento de este *Dashboard* es automático, lo único que se tiene que hacer es dar al botón “actualizar” después de registrar los costos generales y así poder ver la información más reciente y cómo esto hace que varíen las estadísticas.

**Figura 21**

*Dashboard*



*Nota.* La figura muestra el Dashboard en el cual se pueden realizar análisis para descubrir oportunidades de mejora dentro del sistema.

## 10.7 Manual

La herramienta ofimática va a ser usada por los trabajadores de la empresa que se les delegue esta función, por ende se hace muy pertinente la creación de manual en el cual explique

todos los conceptos o rubros de la misma, a su vez se realizó un ejemplo con el cual queda plasmada la metodología y el uso correcto de la herramienta paso a paso y con sus recomendaciones para no causar algún tipo de error o daño, que luego perjudique a la empresa. Este manual lo podemos observar en el apéndice O.

## **10.8 Formatos de control**

Los formatos de control sirven para proveer de información la herramienta ofimática, todos los datos que recolecten estos formatos van a ir directamente a la herramienta haciendo que el cálculo de los costos por orden de producción se haga de una manera ordenada y eficiente; a su vez queda un registro físico de los recursos que se están utilizando en cada producto. Estos formatos los podemos ver en una sola hoja en el apéndice P.

### ***10.8.1 Requisición de materiales***

Se hace muy importante conocer el consumo de materia prima directa que se presenta por orden de producción. Para esto se debe emplear un formato para la requisición de materiales que ayude en el control y la recolección de datos sobre los costos de la materia prima.

Para la elaboración del formato de requisición de material es muy importante llenar el número de orden de producción y de requisición para llevar un control óptimo y evitar errores en la clasificación de los costos, así como llenar los demás ítems de manera adecuada. Este formato nos permite conocer las cantidades totales de la materia prima usada para una orden de trabajo en específico, lo cual es de gran ayuda para alimentar la herramienta ofimática y visualizar el costo total y unitario que representa esa requisición dentro de la orden de producción.

## **Figura 22**

*Requisición de materiales*

REQUISICIÓN DE MATERIALES			
Fecha Inicio			
NO. Req.			
NO. OP.			
NO. OP.	Fecha	Material	Cantidad

**Autorizado:** \_\_\_\_\_ **Recibido:** \_\_\_\_\_

*Nota.* La figura muestra un ejemplo del formato de requisición de materiales el cual sirva para llevar un control de los materiales, que se están usando en cada orden de producción.

**10.8.2 Boletas de trabajo por orden de producción**

Las boletas de trabajo son para los trabajadores de todas las áreas de producción, en estas quedarán registrados los operarios que trabajen en el pedido, el número de orden de producción, la hora en la que inició a trabajar en el pedido y la hora en la que termina y la cantidad que se produjo en ese tiempo, todo esto con el fin de alimentar la herramienta ofimática y poder calcular de manera precisa el costo de la mano de obra directa que hay en cada orden de trabajo.

**Figura 23***Boletas de trabajo*

BOLETAS DE TRABAJO POR ORDEN DE PRODUCCIÓN						
Fecha Inicio						
Nº. OP.						
Nº. OP.	Fecha	Nombre	Area	Hora Inicio	Hora Fin	Cantidad

Aprobado:


*Nota.* La figura muestra un ejemplo del formato de boletas de trabajo, el cual su función es llevar un control de las horas que cada trabajador le proporciona a una orden de producción.

### 10.8.3 Horas máquina

Las horas máquina serán distintas a las horas de mano de obra por lo cual se hace pertinente que cada vez que se trabaje en una máquina quede registrado el tiempo en el que inició y en el que finalizó el trabajo por cada orden de producción, así como el área, nombre de la máquina y el número de orden de producción. Esta información será útil para alimentar la herramienta ofimática, más específicamente en los CIF, ya que con estos datos es que se calculan.

## Figura 24

### *Horas máquina*

HORAS MAQUINA						
Fecha Inicio						
NO. OP.						
NO. OP.	Fecha	Nombre Maq.	Area	Hora Inicio	Hora Fin	Hora Total

Aprobado:

CLIENTE:

*Nota.* La figura muestra un ejemplo del formato de horas máquinas, el cual sirva para llevar un control de las horas que la máquina está invirtiendo en producir cada orden.

## 11. Prueba piloto

La prueba piloto se realiza para validar que la herramienta ofimática funcione correctamente y que el sistema actual sí es una mejora dentro de la empresa. La prueba se llevó a cabo en varias etapas en las que se capacitará al personal de la planta y a la persona encargada de usar la herramienta ofimática. Cabe recalcar que la prueba se realizó para una sola orden de producción, ya que cada orden suele tardar varios días en finalizarse y requiere de mucho trabajo.

### 11.1 Capacitación del personal

Se desarrollaron dos tipos de capacitaciones. Para la primera capacitación, se imprimieron los formatos de control y se explicó a los trabajadores de la planta cómo se debe llenar cada rubro y qué datos deben recopilar a lo largo de la orden de producción; esto se realiza en las 3 áreas, ya que la orden escogida va a pasar por ellas.

La segunda capacitación se le hace a la persona encargada de la herramienta, se explica cómo se debe alimentar la herramienta en términos de bases de datos y cómo llenar cada ítem con la información recopilada en las hojas de control. También se le hace la entrega el manual de la herramienta, en el cual se explica a detalle cómo usarla correctamente. Con todo esto, nos aseguramos de que la persona esté entrenada y haga un buen uso de la herramienta.

## **11.2 Desarrollo de la prueba**

El desarrollo de la prueba da inicio después de la capacitación. Se le hace entrega de los formatos de control a cada una de las áreas, después de esto el operario encargado del área de extrusión inicia con la requisición de materiales, calculando el peso de todos los materiales necesarios para comenzar la orden de producción. A su vez, anota las fechas y las horas en las que inició a trabajar en la orden y en la hora en la que se inició a trabajar la extrusora. Posteriormente, el hace cambio de turnos de diurno a nocturno, el operario que queda a cargo termina de llenar todos los formatos con toda lo nueva información que se agregó a la orden y asegurándose de colocar correctamente las horas y fechas.

Con la orden de producción ya finalizada en el área de extrusión, pasa directamente al área de impresión donde tiene que esperar un día completo para empezar a trabajar en esa orden, el operario de impresión sigue el mismo proceso llenando los formatos de igual manera que en el área de extrusión, después de esto se pasa al área de sellado donde sigue con también con el proceso anterior hasta que sale el producto final o la orden de producción está terminada. Se recogen todos los formatos de control y se alimenta la herramienta ofimática para que nos arroje el cálculo exacto de lo que costó esa orden de producción y la utilidad bruta que nos está dejando esa orden. Con

todo el proceso finalizado, se presenta a la jefe de producción y la gerente de la empresa para conocer sus opiniones.

### **11.3 Problemas en el desarrollo**

Durante el desarrollo de la prueba piloto se presentaron algunos errores por parte de los empleados y dentro de la herramienta ofimática, los cuales nos fueron muy útiles para reconocer las debilidades que la implementación del nuevo sistema podría presentar y cómo mejorar en estos aspectos de cara al futuro. A continuación, se mencionan todos los errores que presentó la prueba piloto:

- Se presentó un error a la hora de colocar correctamente las horas en las que se iniciaba a trabajar tanto la mano obra como la máquina: estaban colocando la misma hora para ambas situaciones cuando obviamente no es así, ya que el operario es el que primero empieza trabajar en la orden, desde el momento que alista los materiales y la máquina, después sí viene el inicio de la máquina, que es cuando ya se está produciendo.
- Para el turno de la noche se presentó un problema con el formato de la requisición de material, ya que el operario iba a agregar más material de la cuenta al formato, ya que había sacado material para otras órdenes y lo estaba colocando en una sola.
- Ocurrieron errores también debido a que no pesaban los materiales como los pigmentos o las tintas, sino que lo calculaban a ojo y eso lo anotaban en el formato de requisición, lo cual está muy mal, ya que debemos pesar todo correctamente para saber el costo exacto de materia prima directa en esa orden de producción.
- El operario de impresión es una persona muy difícil para tener buena comunicación con ella debido a su temperamento, lo cual dificultó mucho el proceso de capacitación.

- Había operarios que no estaban tan dispuestos a tener que llenar los nuevos formatos, lo cual dificultaba la recolección correcta de los datos, más que todo en el área de sellado e impresión
- La herramienta presentó varios problemas en su programación, por lo cual generaba errores, esto fue solucionado inmediatamente para que no vuelva a pasar y la herramienta sea segura y confiable.
- Se cometieron errores de digitación de los datos, lo cual causaba que el cálculo de los costos fuese erróneo, para esto se debe corroborar, aunque sea dos veces, la información que se digita para prevenir estos errores humanos.

#### **11.4 Observaciones de la gerencia**

La jefe de producción me acompañó más durante los días que duró la prueba piloto y estaba enterada de los errores que iban surgiendo y cómo se solucionaron. Por otra parte, a la gerente se le explicó el desarrollo de la prueba y se le mostraron los resultados finales. A continuación, se muestran las observaciones de la gerencia:

- La gerente tenía ciertas dudas sobre cómo se estaban tratando los materiales directos y creía que no era la manera correcta, ya que ellos lo hacían todo con porcentajes. Se le explicó que ya no se iba a seguir el estándar de los porcentajes, sino que iba a ser calculado por el peso del material que es agregado a la orden, con esto podemos saber de manera más precisa el valor del costo de materia prima.
- Se hizo énfasis en la capacitación de los empleados, ya que la gerente y la jefe de producción no estaban conformes de cómo algunos empleados habían tomado la labor de llenar los formatos, por lo cual se hizo una reunión para hablar sobre el tema con todos los empleados.

- La jefe de producción tenía dudas de cómo era el proceso para delegar la responsabilidad del sistema de costos a una nueva persona, por lo cual se le explicó que se iba a dejar un manual donde se especificaba el uso de la herramienta y en su momento se le hará llegar el libro del proyecto para que les sirva también de apoyo.

### **11.5 Comparación con el sistema actual de la empresa**

Se debe hacer una comparación de los dos sistemas para demostrar los cambios que se le hicieron al sistema de costos y cómo esto beneficia positivamente la empresa. Los puntos que se van a comparar son los siguientes:

- La manera en la que se hacía el cálculo de los costos; anteriormente solo se tenía un Excel que había sido creado hace tiempo y con el cual se calculaba lo que costaba cada producto sin saber que ese cálculo fuese correcto. El sistema actual cuenta con un sistema de recolección y una herramienta mucho más dinámica y precisa, como ya se ha mostrado anteriormente.
- El sistema antiguo dependía mucho de promedios y de información que tenía bases muy débiles; por otra parte, el nuevo sistema cuenta con información que se actualiza en todo momento y se calcula con los costos reales de la mano de obra o los materiales.
- En el sistema antiguo había materiales directos e indirectos que no se tenían en cuenta y en el nuevo sistema fueron agregados para que los cálculos sean más precisos y confiables.
- Los costos de la mano de obra antigua eran tratados de una manera muy mediocre, no se preocupaban ni porque los valores de las prestaciones estuviesen correctos. El nuevo sistema tiene un cálculo robusto y coherente de la mano de obra y le pone atención a todos los detalles para ser lo más confiable posible.

- El sistema antiguo contaba con un Excel como herramienta para hallar los costos, el cual si miramos es complicado de entender y muchas cosas no tienen sentido. A diferencia del nuevo sistema, en el cual creó una robusta herramienta que sirve como base datos y para el cálculo de cada orden producción por separado
- En el sistema antiguo no había un manual o un registro de cómo se debían tratar los costos de fabricación, en este nuevo sistema ya se cuenta con un manual de cómo se debe usar la herramienta ofimática y un libro de todo el proceso con la explicación a detalle de cada cosa que tiene el nuevo sistema.
- Los costos indirectos de fabricación del antiguo sistema tienen muchas carencias, desde los datos que toma para hallarlos hasta cómo está montada su estructura. Esto cambió drásticamente en el sistema actual, el cual cuenta con un complicado cálculo y tiene en cuenta todos los factores que influyen en este costo.
- El sistema antiguo no daba claridad para tomar decisiones o poner los precios de venta correctamente, con este nuevo sistema conocemos el costo preciso de la orden de producción, por lo cual podemos poner el precio de venta ideal y así poder sacar la utilidad bruta que nos está dejando cada orden de producción.

Podemos concluir que se hizo una mejora evidente a lo largo de todo el sistema de costos, donde se deja el antiguo y obsoleto sistema, por uno nuevo que tiene bases sólidas, que está documentado y aprobado por varias personas, lo cual lo hace un sistema confiable y seguro. Además, ayuda en la toma de decisiones por parte de la gerencia, en puntos donde se puede reducir los costos o a la hora de colocar los precios venta de los productos.

## 12. Conclusiones

- Se puede concluir que había cosas muy esenciales y básicas con las que la empresa no contaba, como lo son las fichas técnicas, la descripción del proceso de fabricación y los diagramas de recorrido, todas estas cosas que ayudan a entender y contextualizar más la empresa y el ambiente en el que se trabaja, ya sea para los operarios viejos o al momento de capacitar nuevo personal. Estas herramientas van a ser de mucha ayuda.
- Se realizó un análisis al sistema actual con el que contaba la empresa, en el cual pudimos encontrar muchos errores, los cuales nos sirvieron para identificar la necesidad de diseñar un sistema nuevo y que funcionara de acuerdo a los requerimientos de la empresa.
- Antes de diseñar la herramienta ofimática, se realizó la selección del nuevo sistema de costos, para esto fue muy importante la opinión del autor y la gerencia; después de establecer los criterios, se evaluaron entre las dos partes para concluir que la mejor opción para la empresa era un sistema de costos por orden de producción.
- Se realizaron los estudios de tiempos de mano de obra directa y de maquinaria para ayudar a estandarizar el proceso, ya que se concluyó que la manera más precisa de hacer los cálculos de los costos indirectos de fabricación era mediante el uso de una tasa predeterminada enfocada en horas máquina, por lo cual los estudios de tiempos se hacían muy primordiales.
- Se hizo el cálculo de la mano de obra directa y de la materia prima directa de una manera diferente y más precisa a la que se venía trabajando, por lo cual se concluye que el nuevo sistema tiene amplias mejoras en estos aspectos.

- La herramienta ofimática que se diseñó está mucho mejor construida que la anterior y tiene bases más sólidas y verídicas que ayudan más a su confiabilidad por parte de la gerencia y los trabajadores.
- Los formatos de control no se usaban en la empresa, por lo cual este nuevo sistema de recolección e información es una mejora evidente tanto para los registros físicos como para el cálculo preciso de los costos por orden de producción.
- La prueba piloto abarcó una sola orden producción, nos dio a entender el funcionamiento del nuevo sistema; a su vez surgieron errores que se pudieron corregir para dar más seguridad sobre el nuevo sistema. Nos ayudó identificar conflictos y opiniones que fueron aclaradas para poder seguir con la mejora del sistema.
- La conclusión final es que se hizo una mejora significativa en todo el sistema de costos, partiendo de un sistema el cual tenían muchas falencias a uno nuevo y estructurado que es útil a la empresa a la hora de tomar decisiones y poner el precio correcto a sus productos.

### **13. Recomendaciones**

- Se recomienda mejorar el proceso de mantenimiento en la empresa, ya que continuamente las máquinas se están dañando y causan retrasos, lo cuales causan costos o sobrecostos para cada orden de producción.
- Se recomienda montar un área de calidad que capacite y haga constante supervisión, ya que hay mucho retal que está quedando de la producción y que hace que se incurra en costos de reprocesamiento de materiales.
- Se recomienda hacer reuniones más seguidas para comentar aspectos de mejora continua que se pueden implementar tanto para el nuevo sistema de costos como para la empresa en general.

- Se recomienda hacer una correcta estructura organizacional en la que cada empleado cumpla con sus funciones y no tenga que estar haciendo tareas de otros puestos u ocupando varios cargos al mismo tiempo, todo esto con el fin de tener una empresa más organizada y un mejor ambiente laboral.
- Se recomienda contratar un jefe de producción, el cual se encargue de que la planta vaya bien en todos los aspectos y no que toda la responsabilidad caiga sobre personas que no tienen que ver con el proceso de producción.
- Se recomienda hacer un estudio de métodos y tiempos con el propósito de documentar todas las labores y no depender del conocimiento de los empleados y correr el riesgo de que cuando un empleado renuncie se lleve toda la información y la empresa quede en crisis.
- La siguiente recomendación va enfocada al manejo de la herramienta ofimática: no se deben tocar las tablas de datos o registros porque van a provocar que los datos se dañen y la herramienta no funcione correctamente, los datos solo se pueden editar desde los formularios.
- Se recomienda para la herramienta ofimática que todo lo que se escriba en la herramienta debe ir mayúscula para que guarde el mismo formato. Estar guardando lo que se ha hecho para prevenir que se la información se pierda por si hay un error en la herramienta. Siempre enumerar los registros que se hagan por orden producción, para que en la hoja de costos puedas generarlos correctamente.
- Se deben estar actualizando constantemente las bases de datos para no dejar morir el sistema y que esto no cause errores en el cálculo de los costos por orden de producción.

### Referencias bibliográficas

- Lázaro, J. y Rueda, M. (2021). *Diseño de un Sistema de Costos para la empresa Paneles Estructurales-Formadcol* [Trabajo de pregrado, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio de la Universidad Industrial de Santander.
- Morales, L. (2017). *Diseño e implementación de un Sistema de Costos para la empresa Mis bordados Ltda.* [Trabajo de pregrado, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio de la Universidad Industrial de Santander.
- Pabón, H. (2010). *Fundamentos de costos*. Alpha Editorial.
- Polimeni, R., Fabozzi, F. J., Adelberg, A. H., Rosas Lopetegui, G. E. y Gómez García, R. A. (1994). *Contabilidad de costos* (3.<sup>a</sup> Ed.). McGraw-Hill.
- Ramírez Molinares, C. V., García Barbosa, M., & Pantoja Algarín, C. R. (2010). *Fundamentos y técnicas de costos*. Editorial Universidad Libre.
- Toro López, F. J. (2010). *Costos ABC y presupuestos: Herramientas para la productividad*. Ecoe Ediciones.
- Torres, S. A. (1996). *Contabilidad de costos*. McGraw-Hill.
- Tovar, J. (2017). *Diseño e implementación de un Sistema de Costos para la empresa Jugos y Frutas de Colombia S.A.S.* [Trabajo de pregrado, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio de la Universidad Industrial de Santander.