



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE  
AUTOMATIZACIÓN**

**Tema:**

---

**PLANEACIÓN DE PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE  
METODOLOGÍAS HEURÍSTICAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE  
COSTOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA  
“CALZADO STALIN”**

---

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención de título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

**ÁREA:** Industrial y Manufactura

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Diseño, Materiales y Producción

**AUTOR:** Sergio Stalin Eugenio Pullutasig

**TUTOR:** Ing. Christian Ortiz, Mg.

**Ambato – ecuador**

**marzo - 2023**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: PLANEACIÓN DE PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS HEURÍSTICAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA “CALZADO STALIN”, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Sergio Stalin Eugenio Pullutasig, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, marzo 2023

---

Ing. Christian Ortiz, Mg.

TUTOR

## AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: PLANEACIÓN DE PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS HEURÍSTICAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA “CALZADO STALIN”, es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, marzo 2023



---

Sergio Stalin Eugenio Pullutasig

C.C. 1804441788

AUTOR

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, marzo 2023



Sergio Stalin Eugenio Pullutasig

C.C. 1804441788

AUTOR

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Eugenio Pullutasig Sergio Stalin, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, PLANEACIÓN DE PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS HEURÍSTICAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA “CALZADO STALIN”, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

---

Ing. Pilar Urrutia, Mg.

**PRESIDENTA DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Mg. Israel Naranjo

**PROFESOR CALIFICADOR**

---

PhD. Marcelo García

**PROFESOR CALIFICADOR**

## DEDICATORIA

*Mis metas y sueños cumplidos son siempre para Dios por brindarme salud, vida y perseverancia.*

*También quiero dedicar a las personas que han sido un sustento indispensable para mi crecimiento personal como son mis padres, mis hermanos, mis amigos y mis abuelitos que de una u otra manera han sido indispensables en mi vida y han aportado valores que me definen como persona, también han fomentado en mí un carácter positivo para superar cualquier adversidad.*

*Sergio Stalin Eugenio Pullutasig.*

## AGRADECIMIENTO

*Quiero agradecer a Dios y a la Virgen María por iluminar mi mente y mi camino para poder conseguir este logro tan representativo.*

*También agradezco a mis padres que son **Marcelo y Marianita** por guiarme, enseñarme y estar al pendiente de mí, ya que han sido un soporte incondicional y sin su apoyo estoy seguro de que no lo hubiese logrado.*

*Agradezco a mi hermano mayor **Raúl** por ser un amigo, un padre y una persona incondicional desde mi infancia y que junto con mis amigos y el resto de mi familia como mis hermanos menores **Jorge y Lucía**, mis tíos, sobrinas y cuñada han estado presentes en los buenos y malos momentos de mi vida, así mismo han sido partícipes de muchas experiencias agradables vividas.*

*De igual manera quiero agradecer al staff Universitario como son docentes, compañeros estudiantes y autoridades de la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial por hacerme sentir uno más de ellos y abrirme las puertas hacia nuevos saberes.*

*Un dios le pague a mi tutor Ing. Mg. Cristian Ortiz por la paciencia y por guiarme en esta etapa final de mi carrera universitaria en la elaboración de este proyecto de titulación.*

*Sergio Stalin Eugenio Pullutasig.*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN EJECUTIVO .....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Tema de Investigación.....	1
1.2 Antecedentes Investigativos .....	1
1.2.1 Contextualización del Problema .....	1
1.2.2 Fundamentación Teórica.....	3
1.3 Objetivos.....	16
1.3.1 Objetivo General .....	16



1.3.2	Objetivos Específicos.....	16
CAPÍTULO II .....		17
METODOLOGÍA .....		17
2.1	Materiales .....	17
2.2	Métodos .....	17
2.2.1	Modalidad de la Investigación .....	17
2.2.2	Recolección de Información .....	18
2.2.3	Procesamiento y Análisis de Datos .....	18
CAPÍTULO III.....		20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		20
3.1	Datos generales de la empresa.....	20
3.2	Misión.....	20
3.3	Visión .....	20
3.4	Ubicación.....	20
3.5	Áreas.....	21
3.6	Análisis y discusión de los resultados .....	25
3.7	Análisis de la demanda.....	57
3.8	Desarrollo de pronósticos .....	60
3.9	Desarrollo del plan de producción.....	67
Definición de costos relevantes.....		67
Aplicación de las metodologías heurísticas .....		72

Planes agregados de producción .....	73
Modelo 1: Producción exacta con fuerza de trabajo variable .....	73
Modelo 2: Fuerza de trabajo constante con tiempo extra y tiempos improductivos .....	76
Modelo 3: Fuerza de trabajo constante con horas extras con recargo del 50% y 100% .....	81
Modelo 4: Fuerza de trabajo constante, mantenimiento de inventarios y pérdidas por faltantes.....	84
Resumen de los Modelos heurísticos de Plan agregado .....	87
Análisis de los planes heurísticos.....	87
3.10 Propuesta de plan de producción .....	90
CAPÍTULO IV.....	95
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	95
4.1 Conclusiones.....	95
4.2 Recomendaciones.....	97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
ANEXOS.....	101
Anexo 1 Formato de encuesta al personal de producción.....	101
Anexo 2 Ficha de observación directa para conocer el procedimiento de las actividades en el levantamiento de procesos.....	102
Anexo 3 Layout planta principal.....	103
Anexo 4 Layout planta secundaria.....	104
Anexo 5 Proceso de elaboración de calzado grupo 1.....	105

Anexo 6 Proceso de elaboración de calzado grupo 2.....	106
Anexo 7 Balance de masas corte y preparación grupo 1 .....	107
Anexo 8 Balance de masas Diseño grupo 1 .....	107
Anexo 9 Balance de masas aparado grupo 1.....	108
Anexo 10 Balance de masas Montaje grupo 1 .....	109
Anexo 11 Balance de masas Terminado grupo 1.....	110
Anexo 12 Balance de masas Corte y Preparación grupo 2 .....	111
Anexo 13 Balance de masas Aparado grupo 2.....	112
Anexo 14 Balance de masas Montaje grupo 2.....	113
Anexo 15 Balance de masas Terminado grupo 2.....	114
Anexo 16 Desglose de materia prima .....	115
Anexo 17 Métricas de sesgo y precisión del modelo promedios móviles .....	116
Anexo 18 Métricas de sesgo y precisión del modelo regresión lineal G1 .....	117
Anexo 19 Métricas de sesgo y precisión del modelo regresión lineal G2 .....	118
Anexo 20 Métricas de sesgo y precisión del modelo suavizamiento exponencial simple G1 .....	119
Anexo 21 Métricas de sesgo y precisión del modelo suavizamiento exponencial simple G2.....	120
Anexo 22 Estimación de costos de contratación y despido. ....	121
Anexo 23 Costo de mantener inventario.....	122

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Definiciones de la tasa de producción.....	8
<b>Tabla 2</b> Análisis de capacidad de procesos. ....	9
<b>Tabla 3</b> Alternativas de capacidad y demanda. ....	10
<b>Tabla 4</b> Alternativa de capacidad de demanda (continuación) .....	11
<b>Tabla 5</b> Fórmulas para una planeación agregada. ....	11
<b>Tabla 6</b> Técnicas para una planeación agregada. ....	12
<b>Tabla 7</b> Recolección de información.....	18
<b>Tabla 8</b> Plan de recolección de información en Calzado Stalin.....	18
<b>Tabla 9</b> Distribución de áreas de “Calzado Stalin” .....	22
<b>Tabla 10</b> Distribución de áreas de “Calzado Stalin” (continuación).....	23
<b>Tabla 11</b> Desglose de modelos deportivos. Grupo 1.....	23
<b>Tabla 12</b> Desglose de modelos deportivos. Grupo 1(continuación) .....	24
<b>Tabla 13</b> Desglose de modelos deportivos. Grupo 2.....	24
<b>Tabla 14</b> Desglose de modelos deportivos. Grupo 2(continuación) .....	25
<b>Tabla 15</b> Identificación de procesos y subprocesos de producción de calzado G1 .....	26
<b>Tabla 16</b> Caracterización del proceso de almacenamiento materia prima grupo 1 .....	28
<b>Tabla 17</b> Caracterización del proceso de corte y preparación grupo 1 .....	30
<b>Tabla 18</b> Caracterización del proceso de diseño grupo 1.....	32
<b>Tabla 19</b> Caracterización del proceso de armado grupo 1.....	34

<b>Tabla 20</b> Caracterización del proceso de montaje grupo 1 .....	36
<b>Tabla 21</b> Caracterización del proceso de terminado grupo 1 .....	38
<b>Tabla 22</b> Identificación de procesos y subprocesos de producción de calzado G2 .....	41
<b>Tabla 23</b> Caracterización del proceso de almacenamiento materia prima grupo 2 .....	43
<b>Tabla 24</b> Caracterización del proceso de corte y preparación grupo 2 .....	45
<b>Tabla 25</b> Caracterización del proceso de aparado grupo 2.....	47
<b>Tabla 26</b> Caracterización del proceso de montaje grupo 2 .....	49
<b>Tabla 27</b> Caracterización del proceso de terminado grupo 2.....	51
<b>Tabla 28</b> Desperdicios identificados en proceso de fabricación de calzado grupo 1 .....	55
<b>Tabla 29</b> Desperdicios identificados en proceso de fabricación de calzado grupo 2 .....	56
<b>Tabla 30</b> Desperdicios identificados en proceso de fabricación de calzado grupo 2(continuación) .....	57
<b>Tabla 31</b> Histórico de la demanda.....	58
<b>Tabla 32</b> Valoración de suavizamiento exponencial con tendencia G1 .....	64
<b>Tabla 33</b> Valoración de suavizamiento exponencial con tendencia G2.....	65
<b>Tabla 34</b> Pronóstico de suavizamiento exponencial con tendencia .....	67
<b>Tabla 35.</b> Costos de tiempo regular de un trabajador.....	68
<b>Tabla 36</b> Costo Improductivo global de desperdicio de materia prima .....	69
<b>Tabla 37</b> Precio Unitario de Material.....	70

<b>Tabla 38</b> Tiempo de fabricación un par .....	71
<b>Tabla 39.</b> Días laborables por mes .....	71
<b>Tabla 40.</b> Producción requerida por mes.....	72
<b>Tabla 41.</b> Propuesta de producción exacta con fuerza de trabajo variable .....	75
<b>Tabla 42.</b> Propuesta de producción con fuerza de trabajo constante, tiempo extra y tiempos improductivos.....	79
<b>Tabla 43.</b> Propuesta de producción con fuerza de trabajo constante, y horas extras con recargos de 50% y 100% .....	83
<b>Tabla 44.</b> Propuesta de producción con fuerza de trabajo constante, mantenimiento de inventarios y pérdidas por faltantes.....	85
<b>Tabla 45</b> Resumen de modelos heurísticos de Plan agregado.....	87
<b>Tabla 46</b> Comparativa económica de los modelos propuestos .....	93
<b>Tabla 47</b> Distribución de trabajadores en las áreas de acuerdo al plan propuesto	94

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Horizonte de tiempo en la planeación de producción.....	6
<b>Figura 2</b> Procesos de la planeación de producción. ....	6
<b>Figura 3</b> Desempeño de procesos.....	9
<b>Figura 4</b> Entradas y salidas de la planeación agregada.....	10
<b>Figura 5</b> Elementos de costos de producción.....	13
<b>Figura 6</b> Ubicación Empresa Calzado Stalin. ....	20
<b>Figura 7</b> Diagrama de proceso de producción grupo 1 .....	40
<b>Figura 8</b> Diagrama de proceso de producción grupo 2 .....	53
<b>Figura 9</b> Comportamiento de la demanda con relación al tiempo .....	59
<b>Figura 10</b> Comportamiento de la demanda con relación al tiempo .....	59
<b>Figura 11</b> Demanda vs. tiempo suavizamiento exponencial con tendencia.....	65
<b>Figura 12</b> Demanda vs. tiempo suavizamiento exponencial con tendencia.....	66
<b>Figura 13</b> Diagrama PHVA.....	91

## RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo como objetivo principal: Desarrollar una planeación de producción a través de la aplicación de metodologías heurísticas para la optimización de costos en el área de producción de la empresa “Calzado Stalin”, para lo cual se propone un modelo de planeación agregada con metodologías que permitan satisfacer los requerimientos de la demanda.

En el estado actual de la empresa se identificó las actividades y las estrategias de producción por intermedio de fichas de observación, a la hora de ejecutar una línea de producción se plasmó los recursos que presenta en cada proceso mencionando que no constan con un plan de producción. El análisis para conocer el proceso productivo por intermedio de fichas le levantamiento de procesos y balanceo de masas en cada área de producción con la materia prima.

En el análisis de cuanto se demoran para hacer cada actividad mediante el diagrama de procesos centrada en las actividades productivas necesarias para la fabricación de calzado.

Finalmente se elabora planes de producción agregada con metodologías heurísticas en el que necesita de costos relevantes de los recursos en la fabricación, los resultados obtenidos de los costos de instalación de los planes son: del Modelo 1 Producción Exacta con Fuerza de Trabajo Variable con un costo de \$247.655,00, del Modelo 2 Fuerza de Trabajo Constante con tiempo extra y tiempos improductivos con un costo de \$212.636,71, del Modelo 3 Fuerza de Trabajo Constante con tiempo extra -50% y 100% de recargo con un costo de \$237.379,36 y del Modelo 4 Fuerza de Trabajo Constante, tiempo improductivo y servicio agotado un costo de \$249.755,06. A más de eso se propuso un modelo a implementar, detallando los requerimientos necesarios que debe tomar la empresa para producir.

**Palabras clave:** Producción, metodologías heurísticas, optimización, costos.



## ABSTRACT

The main objective of this research was: To develop a production planning through the application of heuristic methodologies for cost optimization in the production area of the company "Calzado Stalin", for which an aggregate planning model is proposed with methodologies that allow satisfying the requirements of the demand.

In the current state of the company, the activities and production strategies were identified through observation sheets, when executing a production line, the resources presented in each process were reflected, mentioning that they do not have a production plan. The analysis to know the production process through files will survey processes and balance masses in each production area with the raw material.

In the analysis of how long it takes to do each activity through the process diagram focused on the productive activities necessary for the manufacture of footwear.

Finally, aggregate production plans are developed with heuristic methodologies in which you need relevant costs of resources in manufacturing, the results obtained from the installation costs of the plans are: Model 1 Exact Production with Variable Labor Force with a cost of \$ 247,655.00, Model 2 Constant Labor Force with overtime and unproductive times with a cost of \$ 212,636.71, Model 3 Constant Workforce with overtime -50% and 100% surcharge with a cost of \$237,379.36 and Model 4 Constant Workforce, downtime and exhausted service a cost of \$249,755.06. In addition to that, a model to be implemented was proposed, detailing the necessary requirements that the company must take to produce.

**Keywords:** Production, heuristic methodologies, optimization, costs.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Tema de Investigación

Planeación de producción a través de la aplicación de metodologías heurísticas para la optimización de costos en el área de producción de la empresa “Calzado Stalin”.

### 1.2 Antecedentes Investigativos

#### 1.2.1 Contextualización del Problema

Las industrias que se dedican a la producción mueven la economía del mundo, sin quedarse fuera la fabricación de calzado, cuyo mercado es dominado por Asia, en donde se encuentran los cuatro mayores productores a nivel global. Tal es la participación de dicha industria que entre los años 2012 – 2014 estuvo entre los bienes básicos de consumo que más generan empleo, junto con el grano de café (verde), el azúcar y el algodón, sobre todo en países en vías de desarrollo incluyendo América Latina y el Caribe [1].

La economía regional tiene una importante influencia del sector calzado; sin embargo, ha cursado una serie de dificultades, sobre todo por el cierre de varias empresas que se vieron afectadas por la globalización que ha dado paso a la apertura económica de los países, afectando así a varios sectores alejados de una capacidad real competitiva y consecuentemente no pudieron permanecer en un mercado que ofrece nuevos productos, situación presentada a causa de la inexistencia de previos estudios regionales que analicen la estructura de la industria [2].

Hace aproximadamente un lustro, el crecimiento de las condiciones financieras en Latinoamérica permitió el mejoramiento del desarrollo, permitiendo la evolución de las empresas, logrando conservarse en los mercados con tecnificación y alcanzando una adecuada competitividad, destacándose así Brasil y México como los más grandes productores de calzado del continente al tener un desarrollo tecnológico superior y transformador en los diferentes procesos de producción, llegando incluso a imponer tendencias con sus diseños [3].

El sector productivo de calzado en Ecuador se ha fortalecido en los últimos años, tal es así que en 2016 las exportaciones alcanzaron los 38,90 millones de dólares a países como Colombia, Perú, Venezuela, Guatemala y Estados Unidos, debido al apoyo gubernamental en el fortalecimiento del sistema productivo, en donde Cotopaxi y Tungurahua se destacan por su mayoritaria participación [4].

Por lo que una de las zonas más importantes de producción y comercio artesanal de calzado es la provincia de Tungurahua, ya que cuenta con el 80% de las empresas ecuatorianas productoras de calzado que abastece el consumo de la mayor parte del territorio nacional. Varias de estas manufactureras están conformadas por empresas familiares pequeñas, medianas y grandes, las cuales se encuentran localizadas en los sectores rurales de la provincia como Cevallos, Picaihua, Martínez, Atahualpa, Izamba, Totoras, Quisapincha, entre otros [5].

Localmente las microempresas elaboran entre 400 y 800 pares de zapatos diarios, debido a su mínimo nivel de tecnología y con funcionamiento de una combinación de trabajo mecánico y manual; además de tener falencias de tipo administrativo y tecnológico, con una desventaja competitiva ante los productores más grandes de la zona, obligadas a mejorar su proceso productivo en los diferentes ámbitos, para así alcanzar productos de calidad que satisfagan las expectativas de los clientes y alcancen su fidelización [3].

Calzado Stalin es una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de varios modelos de calzado deportivo en los cuales están clasificados para dama, caballero y niño con diferentes materiales como cuero, sintético, lona y malla(tela); son distribuidos principalmente en el Centro Comercial de Mayoristas y Negocios Andinos de Quito, también elaboran calzado personalizado distribuido a cualquier parte del Ecuador, es decir a través de sus productos ha generado una demanda con pedidos de diferentes modelos para diferentes consumidores. Actualmente cuenta con 3 obreros en la sección corte y preparación, 2 aparadores internos y 3 aparadores externos, 2 armadores y 2 personas en terminado. Calzado Stalin se encuentra en constante expansión, lo que ha dado lugar al reconocimiento de diversas deficiencias como el manejo de excedentes de producción en forma de inventarios en ciertos modelos, además del incumplimiento de pedidos debido a

unidades faltantes en la fabricación de otros, lo cual permite apreciar que la producción actual se maneja sin un balance adecuado en relación con las cantidades requeridas. Esto tiene lugar dado que al manejar las mismas estaciones de trabajo, el incremento de la fabricación de un modelo puede afectar la elaboración de otro, por lo tanto, el no disponer de una planificación ordenada en su producción se vuelve evidente y afecta directamente la economía de la empresa, generando así consecuencias negativas que se evidencian a través de la sobrecarga de pedidos, lo que a su vez da lugar a la extensión de la jornada laboral en ciertos días con el fin de entregar lo solicitado, generando así también una reducción en la calidad del producto

### **1.2.2 Fundamentación Teórica**

#### **Sistemas de manufactura**

Se considera la fabricación de productos de calidad para los clientes en base a principios de racionalización, de reducción de costos e incremento de utilidades. En la administración de manufactura se prevé la demanda de productos, así como los factores de producción que conllevan a programar un trabajo, establecer los mecanismos de control para continuar con la administración y análisis de control y adquisición de inventarios, de la misma manera a localizar la planta, métodos y herramientas para la medición con el fin de controlar y analizar los costos.

#### **Sistemas de producción**

Se define como la toma y transformación de un producto o una salida con un valor inherente. Dentro de los sistemas de producción se incluye varios componentes como la materia prima, clientes, procesos de transformación, productos, empleados indirectos y directos, sistemas formales e informales que permiten el control y organización del proceso; todos estos elementos llevan a toma de decisiones para que un sistema de producción trabaje de forma adecuada [6].

## **Tipos de sistemas de producción**

Debido a las fases y retos que se da en la cadena de suministros con relación a la demanda y productos que fabrica se presentan cuatro tipos de producción usados en algunas empresas manufactureras [7].

- **Producción bajo pedido o por proyecto**

El proceso de fabricación genera un producto en específico de acuerdo con el requerimiento del cliente por lo que es necesario una planificación que se adapte a las necesidades del comprador. Sus principales retos son:

- Cumplir con la estimación de costos y tiempo de entrega al cliente.
- Optimizar los procesos para que el costo de producción sea bajo.
- Administrar los recursos humanos, debido a que es intensivo en la mano de obra.

- **Producción por lotes o Intermitentes**

Es utilizable cuando se genera una baja cantidad de productos del mismo tipo por lo que es conocido por intermitente o por lotes. Por lo general el sistema tiene:

- Intensidad en mano de obra.
- Trabaja con moldes o plantillas para agilizar la producción.
- Produce lotes con frecuencia necesaria.
- Adapta la maquinaria para facilitar la producción por proyecto.

- **Producción en masa**

Permite alcanzar el mejor rendimiento de productos idénticos en el sistema de producción en la que se requiere menos mano de obra y la automatización es mayor por lo que es común que la producción en masa se realice a través de una línea de producción.

- **Producción de flujo continuo o lineal**

Este tipo de producción hace referencia a mayor escala la producción con un flujo continuo que se mantiene trabajando 24 horas al día, los 7 días de la semana.

El sistema de producción debe contar con las condiciones adecuadas para que sea más rentable:

- La demanda es alta y constante.
- El producto es el mismo que no sufre modificaciones por pedido.
- Las operaciones son definidas con sus pasos de producción y materiales requeridos.

### **Estrategias de producción e inventario**

Estas estrategias son diferentes a los que brindan servicios no solo por la comunicación y contacto directo con el cliente sino por la destreza para la utilización de inventarios. Para que las estrategias funcionen de manera óptima deben coordinarse adecuadamente con los procesos de producción.

### **Estrategias de ensamble por pedido**

Se define como un método que ayuda a la producción de gran cantidad de productos. Una vez receptado el o los pedidos de los clientes se procede a la fabricación de las unidades solicitadas. Es importante tener en cuenta los tiempos de entrega y la variedad de productos [8].

### **Estrategias de fabricación por pedido**

Se da debido a la elaboración de productos en cantidades bajas en base a los requerimientos del cliente por pequeños lotes. Esta estrategia se fundamenta en un elevado grado de personalización ya que usa pequeños lotes por procesos de trabajo, mismos que son complejos ya que la mayor parte de productos son fabricados bajo las necesidades de las personas [9].

### **Estrategias de fabricación para el control de inventario**

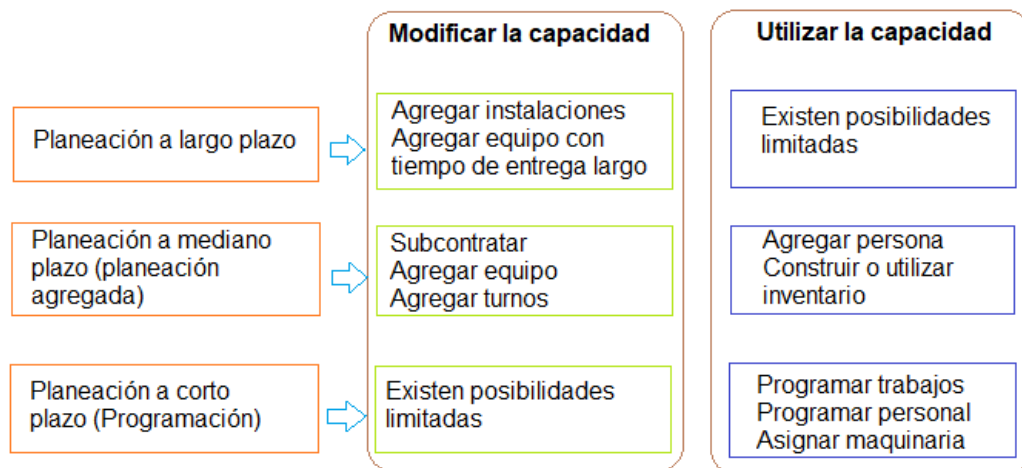
Existen empresas las cuales guardan productos en inventario con el fin de realizar entregas de forma inmediata reduciendo el tiempo de entrega al cliente. La presente estrategia tiene mayor factibilidad para artículos estandarizados con gran volumen y precios asequibles. Es una estrategia seleccionada de inventario para procesos de

flujo continuo o en línea, además puede ser aplicada en empresas que fabrican un único producto para un determinado cliente con cantidades altas [8].

### Planeación de producción

Se considera como una acción de asignar todos los recursos fundamentales para alcanzar un objetivo o meta, además se menciona que para que una empresa logre seguridad al disponer de estos recursos y así cumplir su misión es necesario planificar de manera adecuada sus operaciones con anticipación ya que, si no lo hace puede incrementar la demanda [10].

Es importante mencionar los horizontes de tiempo en la planeación de producción. En la **Figura 1** se pueden identificar las diferentes decisiones que hace parte del horizonte.



**Figura 1** Horizonte de tiempo en la planeación de producción.

A continuación, en la **Figura 2** se presentan los procesos que forman parte de la función de la planeación de producción.



**Figura 2** Procesos de la planeación de producción.

**Pronóstico y análisis de la demanda:** Se menciona a las técnicas de pronósticos clasificadas en 4 tipos como [11]:

1. **Cualitativa**, en base al juicio de datos y a su vez en opiniones.
2. **Análisis de series de tiempo**, es decir con la demanda pasada se pronostica la demanda futura.
3. **Relaciones causales**, mediante una regresión lineal relacionada con uno o varios factores.
4. **Simulación**, en la cual la proyección está basada en una cadena de supuestos.

### **Modelos de pronóstico**

Los pronósticos por serie de tiempo ayudan a los procesos productivos a la toma de decisiones principalmente en una función descriptiva debido a que los datos empleados se los puede visualizar mediante un gráfico de pronóstico vs tiempo, estos pronósticos son empleados para presentar estudios comparativos explicando el pasado y pronosticando el futuro, en un plan de producción o cadena de suministro es necesario prever y determinar los pedidos para minimizar sobreproducción o incremento de inventario. Para la realización de estos modelos de pronósticos de serie de tiempo están desde los modelos simples, exponenciales y exponenciales con tendencia.

- **Suavizamiento exponencial con tendencia:** Se refiere al aumento o reducción con relación al promedio en una serie de tiempo. En este método se detalla la producción y los valores calculados en base al suavizamiento exponencial con tendencia con el fin de verificar las unidades de crecimiento.

**Análisis de la capacidad de producción:** El análisis consta de 3 horizontes de tiempo como [10]:

1. **Largo plazo**, es decir más de un año se refiere a la necesidad de bastante tiempo para realizar las modificaciones en las instalaciones o al adquirir equipos. En este horizonte de tiempo interviene la alta gerencia.



2. **Mediano plazo**, puede ser dada de forma mensual o trimestral entre 6 y 18 meses. Esta puede ser afectada por recorte de personal, compras de equipos menores o adquisición de herramientas nuevas o subcontrataciones.
3. **Corto plazo**, menos de un mes, forma parte los programas sean diarios o semanales mediante alternativas como rotación de personal, horas extras, entre otros.

La **capacidad** relacionada a la producción máxima en un período específico (un día, un mes, una semana, un año), la misma puede ser medida a través del número de unidades producidas en un determinado tiempo [12].

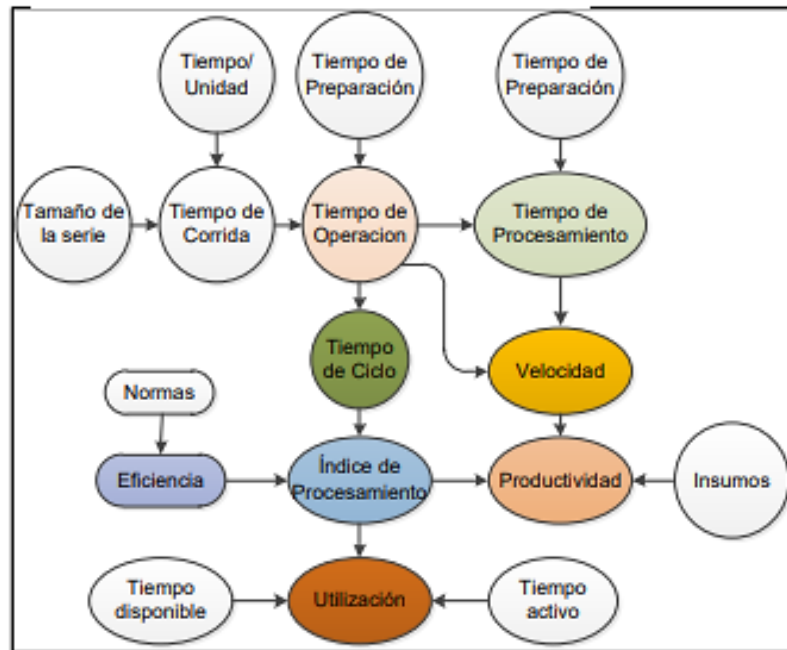
Si la capacidad es medida en base al equipo se denomina capacidad nominal, ya que es mediante la producción de la máquina con tiempos de corte debido a reparaciones o mantenimiento, por otro lado, la capacidad efectiva se refiere a la salida de producción que ayuda a la empresa a mantenerse económicamente en condiciones adecuadas.

Es importante considerar la siguiente información presentada en la **Tabla 1** durante el proceso de planeación de producción que ayudará a identificar la tasa de producción en un período, se presenta las fórmulas y los datos que se consideran para obtener los resultados.

**Tabla 1** Definiciones de la tasa de producción.

<b>Tiempo de producción por unidad</b>	<b>Tiempo estándar de fabricación/unidad</b>
Días laborales por período	Días laborales / mes
Jornada de trabajo	8 horas / día
# de medios de producción	# de líneas # de máquinas de procesamiento # de operarios

Se considera importante otros elementos que forman parte al medir la capacidad **Tabla 2** en las que muestra fórmulas de operación de planeación de la producción a más, se refiere a la medición del desempeño en los procesos mostrada en la **Figura 3**.



**Figura 3** Desempeño de procesos.

**Tabla 2** Análisis de capacidad de procesos.

<b>Tiempo de operación</b>	<b>Tiempo de preparación + Tiempo de corrida</b>
Tiempo de procesamiento	Tiempo de una unidad al pasar por la máquina
Velocidad	Tiempo de procesamiento / Tiempo de valor agregado
Índice de procesamiento	Tiempo de ciclo
Tiempo de ciclo	Tiempo de producción por día / Unidades solicitadas por día
Eficiencia	Producción real / Producción estándar
Productividad	Productos / Insumos
Utilización	Tiempo activo / Tiempo disponible

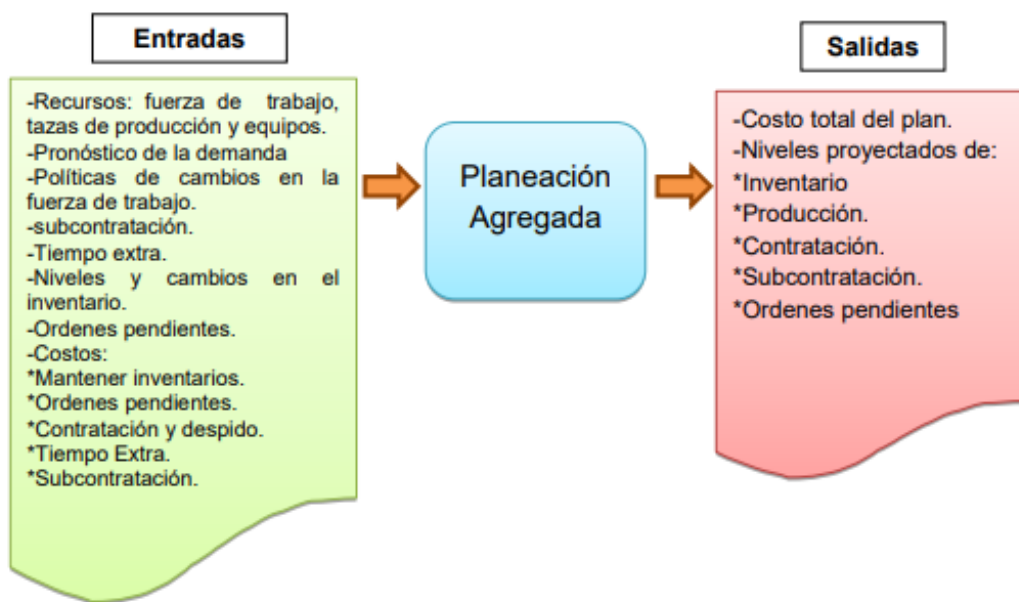
**Planeación agregada:** Está enfocada al manejo de productos y tasas de producción para lo cual se basa en algunos objetivos detallados a continuación [13]:

- Aumentar ganancias y reducir costos.
- Mejorar el servicio al cliente.
- Reducir la inversión en el inventario.
- Maximizar el uso de equipos y planta.
- Minimizar cambios en las tasas de producción.

- Reducción de cambios respecto a los niveles de trabajo.

Además, es importante que dentro del plan de producción la demanda proyectada sea atendida mediante la cantidad necesaria de producto en el tiempo y costo adecuado, considerando el inventario de materia prima, producción normal, producto fabricado y producto en proceso.

Algunas empresas se enfocan en las entradas y salidas para una adecuada planeación agregada, como se demuestra en la **Figura 4**.



**Figura 4** Entradas y salidas de la planeación agregada.

De la misma manera, en la **Tabla 3 y 4**, se mencionan ocho alternativas, de las cuales cinco se definen como alternativas de capacidad y las restantes como alternativas de demanda, que representan los parámetros a modificarse para establecer las diferentes opciones de planeación y comparar sus resultados.

**Tabla 3** Alternativas de capacidad y demanda.

De capacidad	De demanda
Cambios en los niveles de inventario	Influir en la demanda
Alternar la fuerza aplicada en el trabajo a través de contrataciones y despidos	

**Tabla 4** Alternativa de capacidad de demanda (continuación)

Alternar las tasas de producción por medio de tiempo extra y de ocio	Órdenes en tiempos de demanda alta
Subcontrataciones	
Trabajadores a tiempo parcial	Combinar productos y servicios

Mediante las alternativas mencionadas se puede generar una planeación agregada, sin embargo, lo que se realiza es una combinación con el fin de desarrollar y proponer las estrategias relacionadas con el plan agregado.

Dentro de una planeación agregada se presentan costos referentes a ella los cuales permiten un plan más adecuado sin excluir las políticas empresariales, entre los costos se menciona a los siguientes [12]:

- Costos debido a las contrataciones.
- Costos por hora, tiempo extra sea en jornada diurna o nocturna.
- Costos por despidos.
- Costos marginales (fallas en el inventario).
- Costos por subcontratación de unidad.
- Costo de mano de obra por horarios temporales.

Del mismo modo, es necesario considerar que para un plan agregado se realizan los cálculos para diferentes períodos de acuerdo con los expuestos en la **Tabla 5**.

**Tabla 5** Fórmulas para una planeación agregada.

# de operarios en el período	# de operarios del anterior período + # de nuevos operarios al iniciar el período - # de operarios despedidos al iniciar un período
Inventario al concluir el periodo	Inventario final del anterior período + producción del actual período – cantidad utilizada para la demanda del actual período
Inventario promedio	$\text{Inventario final} + \text{Inventario inicial} / 2$
Costo del período	Costo de producción (tiempo normal + extra + subcontrataciones) + costos de despido y contratación + costo de ordenes en fila + costo de inventario

Por último, se presentan técnicas para obtener una planeación agregada, mismas que son detalladas en la **Tabla 6**.

**Tabla 6** Técnicas para una planeación agregada.

<b>Técnica</b>	<b>Solución</b>	<b>Característica</b>
Programación lineal	Proceso de optimización	Métodos computarizados, no siempre son válidos y complejos.
Simulación	Prueba y error (Método heurístico)	Modelos computarizados en varias ocasiones y complejos
Hojas de cálculo	Prueba y error (Método heurístico)	Aplicación de aproximaciones intuitivas, fácil de comprender, sin soluciones óptimas.

### **Costos de producción**

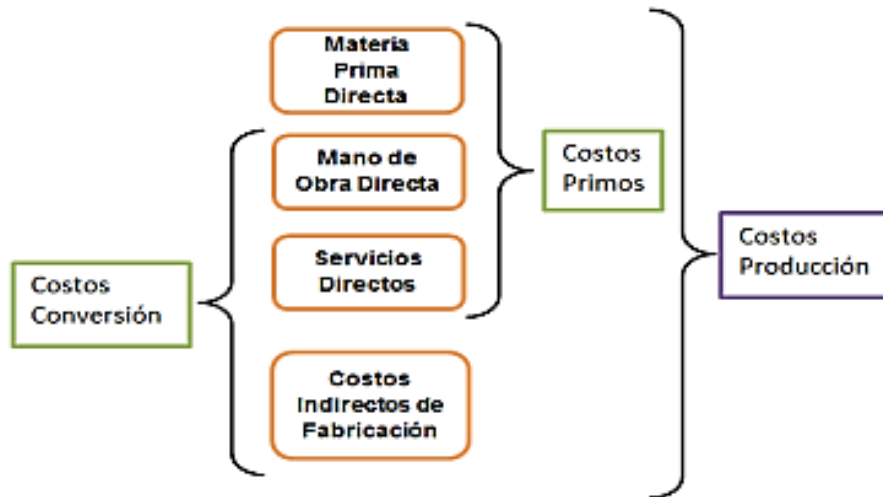
Se define como uno de los elementos más importantes en los procesos de control de producción. Se recolecta la información para saber el valor del ciclo de producción [14].

También, se define como una técnica usada para obtener, guardar y reportar los datos relacionados con los costos con el fin de tomar decisiones correctas referentes a su planeación y control. Además, es importante recalcar que el tema de costos se ha presentado con más relevancia en el campo industrial debido a sus procesos y costos de producción y manufactura.

A continuación, se menciona 3 elementos relacionados con los costos de producción [15]:

- Materiales directos.
- Costos indirectos de fabricación.
- Mano de obra.

Todos estos elementos, permiten captar cuatro costos como se lo visualiza en la **Figura 5**.



**Figura 5** Elementos de costos de producción.

Entre las clases de costos se mencionan [15]:

- **Según su naturaleza**
  - Materia Prima
  - Mano de obra directa
  - Costos indirectos
- **Según la toma de decisiones**
  - Costos muertos
  - De oportunidad
  - Relevantes o diferenciales
- **Según variabilidad respecto a la producción**
  - Costos variables
  - Costos fijos
  - Mixtos
- **Según la relación con el producto**
  - Costos directos (materia prima directa, mano de obra directa)
  - Costos indirectos (mano de obra indirecta, servicios públicos)
- **Según el uso de procedimientos de planeación y control**
  - Costos estándar
  - Costos estimados
- **Según la relación con centros organizativos y relación con las divisiones**
  - Asignación a centros responsables

## **Clases de sistemas de costos**

Se menciona tres métodos relacionados a la gestión de costos en base a la producción y unidad de costo [16].

**Costos por procesos:** Es aplicado cuando el proceso no identifica los lotes de producción ya sea en serie o continua, de este modo los costos van en acumulación con relación a los procesos de producción, con el fin de obtener el costo unitario mediante la división del costo total de cada proceso por la cantidad de productos fabricados durante el período.

**Costos estándar:** Son usados antes de iniciar el proceso de producción para establecer un valor estimado basado en cálculos y métodos científicos, mismos que ayudarán a la comparación del costo estándar y real para verificar las variaciones por el proceso y de esta manera brindar oportunidades. Entre los estándares se mencionan:

- **Ideales:** Producción máxima por el costo mínimo.
- **Básicos:** En base a los patrones en ciertos períodos.
- **Reales:** Debido a los aspectos económicos, políticos y sociales.
- **Normales:** Relacionados a las condiciones laborables naturales.

**Costos debido a las órdenes de producción:** La unidad de costo se da por lotes bajo una orden de producción, misma que aumentará por la fabricación de los productos. Para obtener el valor unitario se realiza una división del costo de la orden total y las unidades producidas.

## **Control de taller**

Entre las funciones que son parte del control de taller se mencionan [10]:

- Mantener la información sobre las unidades fabricadas.
- Comunicar a la alta gerencia acerca de todos los pedidos.
- Medir la productividad, uso y eficiencia de operarios y máquinas.
- Brindar la información de la producción para el control de capacidad.

De la misma manera, se detallan las herramientas para un control de taller adecuado [17]:

- Reporte de despachos diarios, con el fin de mantener al supervisor al tanto de los trabajos, prioridad y tiempo.
- Gráficos de Gantt, mismos que ayudan a planificar las órdenes, mismas que están pendientes.
- Informes de excepción y estado, en este caso intervienen los reportes de desperdicios, incumplimiento de obras o faltantes y cantidad de productos fabricados.

### **Indicadores de productividad**

Se considera a la relación dada entre las salidas, mismas que pueden ser servicios o bienes, de manera igual con las entradas relacionadas a los recursos económicos o tiempo de mano de obra [8].

Para lo cual se presenta la siguiente fórmula:

Productividad = Unidades producidas / insumo usado



### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Desarrollar una planeación de producción a través de la aplicación de metodologías heurísticas para la optimización de costos en el área de producción de la empresa “Calzado Stalin”.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Analizar la situación actual, a través de la caracterización de los procesos productivos para estar al tanto del tiempo y las actividades en el desarrollo de calzado de la empresa “Calzado Stalin”.
- Identificar los desperdicios y actividades que alteran los costos del proceso productivo de la empresa “Calzado Stalin”.
- Proponer un plan de producción que se adapte a las condiciones y recursos actuales que posee la organización a través de la aplicación de metodologías heurísticas, para la optimización de costos de la empresa “Calzado Stalin”.
- Evaluar los resultados obtenidos con la aplicación de las metodologías heurísticas en la optimización de costos en el área de producción para la empresa “Calzado Stalin”.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1 Materiales**

##### **Fichas de observación**

Mediante este instrumento se obtiene la información del comportamiento de los procesos de producción presentes en la empresa, con el formato **Anexo 2**.

#### **2.2 Métodos**

##### **2.2.1 Modalidad de la Investigación**

##### **Nivel de investigación**

- **Investigación bibliográfica-documental**

Se pretende hacer uso de los diferentes medios bibliográficos y documentales disponibles, tales como libros, revistas, artículos, entre otros de diferentes depositarios de información estudio [3]. como fuente relevante de acuerdo con el tema planteado para sustentar, teóricamente las conclusiones que se alcanzaren.

##### **Tipo de investigación**

- **Investigación exploratoria**

Los estudios exploratorios se efectúan cuando el objetivo es conocer un tema o problema de investigación poco estudiado o por falta de información. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que únicamente hay ideas vagamente relacionadas con el problema, por ejemplo, si alguien investiga la eficiencia de la aplicación de metodologías heurísticas para optimizar los costos en el área de producción, pero no existe evidencia de ser aplicados.

Además, permite familiarizarse con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa sobre el contexto particular de la vida real, investigar problemas del

comportamiento humano que consideren cruciales los profesionales de determinada área, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones posteriores o sugerir afirmaciones [3]. Así obtendrá un conocimiento mucho más a fondo y personalizado del área de producción de la empresa “Calzado Stalin”.

### 2.2.2 Recolección de Información

La información obtenida para el desarrollo de la presente investigación fue mediante técnica de observación, encuestas personales con los trabajadores del área de producción **Anexo 1**, y mediante las fichas de observación en cada área de trabajo desglosado en el **Anexo 2**. En el que se define el detalle general en la **Tabla 7** del número de trabajadores y en la **Tabla 8** las técnicas necesarias para recolectar información, de acuerdo al plan estructurado previamente.

**Tabla 7** Recolección de información

Ítem	Descripción
Definición de sujetos	8 personas
Técnicas	Observación, entrevista
Instrumentos	Ficha de observación (Caracterización de procesos)

**Tabla 8** Plan de recolección de información en Calzado Stalin

Técnica	Procedimiento
Fichas para caracterización de los procesos	Método a utilizar: Deductivo
	Lugar: Instalaciones de la empresa: Calzado Stalin
	Fecha tentativa de aplicación: junio 2022
Observación	Lugar: Área de producción de la empresa Calzado Stalin
	Fecha tentativa de aplicación: junio 2022

### 2.2.3 Procesamiento y Análisis de Datos

#### Plan de procesamiento de información

Se realiza una revisión crítica de la información que se recoja, es decir examinando la información defectuosa: incompleta, contradictoria, no pertinente, entre otros.

Con repetición de la aplicación de los instrumentos de investigación en caso de ser necesario, para corregir fallas en las contestaciones.

### **Propuesta de solución**

Mediante el análisis de la situación actual de la empresa se identifica los parámetros para la caracterización de procesos, mismos que permiten conocer las actividades operativas de cada modelo fabricado por Calzado Stalin como el tiempo de elaboración. Sin embargo, es importante centrarse específicamente en las actividades que no generan valor o aquellas que no brindan una optimización adecuada ya sea por fabricar de forma manual o por experiencia de trabajadores en el área de producción para evitar desperdicios que alteran sus costos.

Se genera una propuesta de Plan de producción que sea abierto a las condiciones y recursos actuales que posee la empresa en los que se determina todos los documentos finales como diagramas de flujo y se desglosa las tareas y subtareas que se realizan así mismo poder interrelacionarla entre tareas asignando los perfiles adecuados como responsable de tarea, inicio de tarea o fin de tarea, el costo de la tarea si es por tiempo empleado o por tarea en sí y los recursos que necesita dicha tarea para su elaboración posteriormente establecemos la participación de los integrantes en el establecimiento adecuado de calendario definitivo de la ejecución, es decir un plan de trabajo adecuado.

Se aplica metodologías Heurísticas para encontrar soluciones adecuadas y eficientes que genere una solución de calidad desde la identificación del problema, definición adecuada del problema, avance de las estrategias viables, para lograr una propuesta adecuada en base a un plan agregado con la que se optimizará los costos en el área de producción con un proceso más fluido en la producción de la empresa “Calzado Stalin”, siendo estos costos los relacionados con la compra de materia prima, tiempo de entrega de los productos, mano de obra, ordenes de producción e inventario tanto de materiales como de productos terminados.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Datos generales de la empresa

Empresa “Calzado Stalin” dedicada a la elaboración y comercialización de varios modelos de calzado deportivo para dama, caballero y niño con diferentes materiales como cuero, sintético, lona y malla(tela) presenta su:

#### 3.2 Misión

Nuestra misión es fabricar y comercializar modelos de calzado con variedad y elegancia para satisfacer las necesidades de los clientes con productos de calidad y con un servicio excelente para ser una empresa líder nacional con responsabilidad social y ambiental con su entorno.

#### 3.3 Visión

Ser una empresa reconocida en el país que suministre calzado deportivo de buena calidad con un personal capacitado afianzado y fortalecido en todas sus áreas cumpliendo la satisfacción de sus clientes.

#### 3.4 Ubicación

La empresa Calzado Stalin se encuentra ubicado en la Provincia de Tungurahua Parroquia Ambatillo, apreciada en la **Figura 6** que es una vista superior hacia la empresa para una mayor referencia.



**Figura 6** Ubicación Empresa Calzado Stalin.

### 3.5 Áreas

Calzado Stalin se define como una microempresa con sus áreas y procesos de producción establecidos de manera clara.

En el área de almacenamiento se encuentra la materia prima **Anexo 3**. El operario recibe los pedidos, posterior corta la cantidad necesaria del material para realizar pedido. Después es trasladada al área siguiente, en este caso el de corte y preparación. Un operario corta el modelo requerido con los moldes de la empresa y otro operario prepara (preparación: forros, envío a estampado o sublimado, lengüetas y guarda puntas), estos serán almacenados en fundas o recipientes para enviarlos a la sección aparado.

Es importante saber que la empresa cuenta con dos cortadores y una persona para preparación y envío de modelos requeridos, en esta etapa se envía las partes del modelo a estampar o sublimar (depende del modelo). La operación se realiza de forma manual.

En el área de aparado se ordenan y revisan el modelo completo a cortar, en esta sección la operación es coser las piezas con detalles externos, después se procede con las lengüetas que lleva a la creación de corte (unión de piezas en su totalidad). Posterior, se realiza el ribeteado, es decir unir el corte con el forro y guarda punta. La etapa de acolchonado se basa en cubrir los bordes del zapato debajo del forro con esponja para comodidad de la persona que lo use. Después se une la lengüeta con el corte para el ojalado y terminado del corte que será trasladado a la sección montaje.

Esta área cuenta con 2 operarios internos y con 3 externos, cabe mencionar que estos (externos) no cuentan con un salario fijo debido a su ganancia por obra (cantidad de pares aparados). Además, la empresa posee 3 máquinas de aparado normal, 1 de poste y una doble aguja.

En el área de montaje **Anexo 4** verifican la cantidad de cortes a producir, se desprenden de los desperdicios de forros e iniciar con la etapa de preparación para cortar las puntas y talones de refuerzo que serán ubicadas dentro del corte para



unirlos con pega amarilla. Después de su secado se procede a limpiar las plantas y emplantar las hormas usadas en el modelo respectivo. Posterior, pegan el corte en la horma (armado del zapato) con un pegamento blanco especial en la planta y base de la plantilla de la horma con los filos del zapato para unirlos a través del calor (utilizando un horno) después de enfriarlos se retira la horma y para trasladarlo a la sección terminado.

Esta área cuenta con 2 operarios, una máquina de destallado, una prensa, una grapadora industrial neumática, una armadora hidráulica y dos planchas industriales para puntas y talones.




Los zapatos provenientes del área de montaje son trasladados a una percha con permanencia hasta un día antes de su salida. Estos son terminados a través de 1 operador que se divide su trabajo para limpiar, ubicar pasadores, ordenar por tallas, empaquetados de forma individual y por docenas.

A continuación, en la **Tabla 9** y **Tabla 10**, se presentan las áreas con su descripción en la cuales forman parte de la Empresa “Calzado Stalin” detallando las operaciones que desempeñan los trabajadores en cada una de ellas.

**Tabla 9** Distribución de áreas de “Calzado Stalin”

Imagen	Área	Descripción
	Almacenamiento	En esta área se ubica la materia prima fundamental que son rollos de diferentes tipos de material para los diferentes modelos de zapatos que se fabrica en la empresa Calzado Stalin.
	Corte y preparación	En esta área están ubicados los moldes y a la cual se traslada la materia prima de acuerdo al modelo requerido para ser cortado de manera manual con cuchillas por un operario de la empresa.


**Tabla 10** Distribución de áreas de “Calzado Stalin” (continuación)

	<p>Diseño.</p>	<p>En esta área están el plotter de corte, la plancha de calor y los cuadros de estampado, el estampado se realiza de manera manual y el sublimado es por intermedio de una plancha de calor.</p>
	<p>Aparado</p>	<p>En esta área están ubicadas las máquinas de coser, hilos y materiales necesarios para cumplir con esta operación los operarios ordenan y ejecutan la actividad.</p>
	<p>Montaje</p>	<p>En esta área están las hormas y las repisas en la que reposa el calzado cuando se ejecute la operación para que tome su forma respectiva.</p>

### Modelos de zapatos

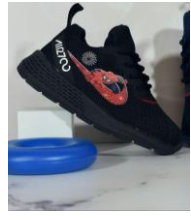


Se presenta la variedad de modelos deportivos que ofrece la Empresa “Calzado Stalin” en la que se divide por grupos, su clasificación es debido a su similitud en la fabricación, los modelos correspondientes al grupo 1 detallados en la **Tabla 11** y **Tabla 12**, son más ligeros en la elaboración debido a que sus diseños llegan prediseñados, y en la que cuenta con demasiados detalles debido a la adquisición que no requiere de mucho tiempo para su elaboración en las secciones corte y aparato especialmente.

**Tabla 11** Desglose de modelos deportivos. Grupo 1

MODELO	DESCRIPCION	IMAGEN
<p>Micro deportivo</p>	<p>Su corte consta de material sintético completo y sublimado. La materia prima principal llega en planchas prediseñadas con el diseño escogido o requerido para dar forma al modelo.</p>	





**Tabla 12** Desglose de modelos deportivos. Grupo 1(continuación)




TPU	<p>Su corte consta de una capellada completa y lengüeta.</p> <p>La materia prima llega en rollos, la cual se corta de acuerdo a la disposición y moldes requeridos, posterior se crea el diseño mediante un plotter de corte se procede cortar el TPU para plancharlo en la malla.</p>	
Elástico con Hilo tejido	<p>Su corte consta de una capellada completa.</p> <p>La materia prima principal llega en planchas con el color y tejido deseado para dar forma con el molde de la empresa para su planchado con vinil el logo requerido.</p>	
Training	<p>Su corte consta de una capellada de hilo completa y lengüeta de malla.</p> <p>La materia prima principal llega en planchas con el color y el tejido deseado para dar forma con el molde de la empresa.</p>	

Los modelos correspondientes al grupo 2 detallados en la **Tabla 13** y **Tabla 14** cuentan con mayor número de piezas y detalles que requieren un poco más de tiempo con respecto a los del grupo 1.

**Tabla 13** Desglose de modelos deportivos. Grupo 2

MODELO	DESCRIPCION	IMAGEN
Modelo M	<p>Su composición consta de varios elementos como cuerpo, puntera, talón, pieza de pasador y adornos en los costados y lengüeta.</p> <p>La materia consta de dos tipos de cuerina para cuerpo y puntera, mismos que llegan por rollos. El operador en corte extrae de acuerdo a lo que necesita, además posee una malla para la lengüeta que viene por rollos.</p>	
Modelo S	<p>Su composición consta de varios elementos como puntera cuerpo, cuellos y taloneras con destaje.</p> <p>La materia prima llega en rollos como tela Sporting y material expandible.</p>	
Modelo NOVU	<p>Consta de puntera con destajes, correa, material de costado, talón y lengüeta.</p> <p>La materia prima es conocida como expandible y la tela llega intermedio de los rollos.</p>	

**Tabla 14** Desglose de modelos deportivos. Grupo 2(continuación)

Bota J	Consta de puntea, cuerpo, círculo de malla, talón, lengüeta triangulo, cuello, ojalera y orejas de caucho. La materia prima principal es cuerán Sporting, punto diamante, cambrela, cuerán para lengüeta.	
Modelo Entero sintético	Este modelo consta de cuerpo, pieza de pasador u ojalera y medallón en talón y lengüeta. La materia prima principal es adquirida por metrajés de cuerán denominado vindela, las guardas internas por punto diamante y una cambrela para guardapuntas.	
Empieza do con planta grande	Costa de puntera, cuerpo malla, cuerpo lateral, cuello, talonera, ojaleras y medallón. La materia prima principal es cuerán Sporting, punto diamante, cambrela, cuerán para lengüeta.	

### 3.6 Análisis y discusión de los resultados

Para analizar la situación actual de la empresa se lleva a cabo la caracterización de los procesos que es necesario establecer un método coherente en la jerarquía dentro de la organización y de sus actividades productivos a través de las siguientes acciones:

1. Identificación de los procesos y subprocesos en la producción de calzado
2. Caracterización de los procesos productivos.
3. Diagrama de operación en la que se aprecie los tiempos de demora en cada actividad.
4. Análisis de la situación actual de la empresa en base al análisis de los puntos anteriores.

En el proceso de fabricación de calzado Grupo 1 detallado en la **Tabla 15** y en **Anexo 5**, muestra los subprocesos divididos por cada área de trabajo y las actividades que se desempeñan detalladas por actividades específicas que se debe cumplir para una ejecución adecuada en la fabricación de sus productos.

**Tabla 15** Identificación de procesos y subprocesos de producción de calzado G1

<b>PROCESO DE FABRICACIÓN DE CALZADO GRUPO 1</b>		
<b>PROCESO</b>	<b>SUBPROCESO</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
	Almacenamiento materia prima	Recepción de materia prima
		Verificación de cantidad de materia prima
		Cortar lo requerido y traslado de materia prima a sección corte y preparación
Fabricación de calzado Grupo 1	Corte y preparación	Ubicación de la materia prima en las mesas de corte
		Corte manual de materia prima con ayuda de moldes
		Corte de los complementos (forros y telas)
		Envío al área de diseño
	Diseño	Planchado de cuerpo, lengüeta con vinil textil y TPU
		Envío al área de aparado (aparado en la empresa únicamente)
		Diseño del modelo requerido
		Cortar por intermedio de una máquina plotter
		Pelar los diseños ya sea en TPU o vinil textil
		Preparar y colocar en plancha de sublimación
	Aparado	Verificación de que la docena este completa
		Ordenar de acuerdo a la numeración
		Aparado
		Terminación de aparado
		Traslado al área de montaje
	Montaje	Verificación de pares completos y las hormas para dicho modelo
		Preparación de cortes terminados para montaje en la horma respectiva
		Limpieza de plantas con químicos especiales para un correcto terminado
		Encendido de horno calentar cortes y plantas
		Plantado y terminado del zapato
		Reposar a los zapatos en la horma para que tome su forma adecuada
		Retirar zapatos de las hormas
		Traslado al área de terminado
	Terminado, control de calidad y empaquetados	Verificación y conteo de los zapatos
		Ubicación de plantillas, pasadores
		Control de calidad del producto
		Empaquetado del producto
		Almacenamiento de producto terminado

Descripción y levantamiento de los subprocesos del proceso de fabricación de calzado grupo 1 de cada área de producción definida.

### **Almacenamiento de materia prima**


El subproceso de almacenamiento de materia prima **Tabla 16** tiene como objetivo almacenar la materia prima que se utiliza para la fabricación de calzado del grupo 1, su responsable es la Sra. María Caisaguano, su alcance es desde la recepción de materia prima hasta el traslado hacia el área de corte y preparación.

Sus proveedores son Importadores de insumos para calzado, tiendas distribuidoras de materiales para calzado y Fábricas inyectoras de insumos para calzados, tiene como entrada los materiales sintéticos ya sea por metros o por rollos, herramientas y materiales para cada área de trabajo; y como salida es el traslado de los materiales y/o herramientas a cada sección de trabajo, ya sea esta cada una de las áreas que requiera de materiales específicos para su elaboración o a su vez de alguna herramienta por lo general el cliente frecuente en el proceso de fabricación de calzado es el área de corte y preparación.

De acuerdo al plan PHVA inicia con la recepción de la materia prima, seguido por cortar lo requerido y medido por una cinta métrica la cantidad necesaria para la continuación del proceso de fabricación, después se verifica la cantidad de materia prima y se traslada a la sección corte donde debe continuar con el proceso de elaboración del proceso del grupo 1.

Entre los recursos humanos consta de 3 operarios que realizan estas actividades en las que necesitan de herramientas físicas como cuclillas, perchas metálicas, espacio para almacenamiento y cintas de medición, todo eso debe estar en buena calidad para un correcto desempeño del trabajador.

**Tabla 16** Caracterización del proceso de almacenamiento materia prima grupo 1

<b>CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO</b>					
		Versión: 0.1	Página: 1 -1	Código: C. SP.A.MP.0.1	
DOCUMENTO CONTROLADO					
Proceso:	Almacenamiento materia prima				
Responsable:	María Caisaguano				
Objetivo:	Almacenar la materia prima que se utiliza para la fabricación de calzado grupo 1				
Alcance:	Desde la recepción de la materia prima hasta el traslado de esta al área de corte y preparación.				
Proveedor	Entradas	Planear	Hacer	Salidas	Cientes
Importadores de insumos para Calzado	Materiales requeridos por rollos o metrajés	Recepción de materia prima	Cortar lo requerido, medido por una	Llevar la materia prima en el lugar que corresponda.	Área de corte y preparado
Tiendas distribuidoras de materiales para calzado	Materia prima para cantidades grandes o por docena			Materia prima verificada y Ubicada en perchas o el en lugar que corresponda.	
Fábricas inyectoras de insumos de calzado	Materia prima para la sección de corte			Material requerido cortado y llevado a la siguiente área	
	Materia prima para la sección de aparado	Actuar	Verificar		
	Materia prima paa la sección de montaje	Traslado de materia prima a sección corte y preparación.	Verificación de cantidad de materia prima		
	Materia prima paa la sección de terminado				
RECURSO HUMANO			RECURSOS FÍSICOS		
RECURSO			RECURSO	CONDICIÓN	
3 operarios			Cuchillas de corte	Buena	
			Perchas metálicas	Buena	
			Espacio de almacenamiento	Buena	
			Cinta de medición	Buena	
INDICADORES					
NOMBRE	MÉTODO DE CÁLCULO	META	REGISTRO	RESPONSABLE	FRECUENCIA
ELABORÓ: Sergio Eugenio		REVISÓ: María Caisaguano		APROBÓ: Ing. Cristian Ortiz	

### Corte y preparación

El subproceso de corte y preparación **Tabla 17**, tiene como objetivo cortar el material de acuerdo a los moldes del modelo requerido que se utilizan en la fabricación de calzado grupo 1, este subproceso tiene como encargado a la Sra.

Yolanda E. Y su alcance va desde la ubicación de la materia prima en la mesa de corte hasta el envío a la siguiente área en este caso es la de diseño.


El proveedor para este subproceso es el área de almacenamiento de materia prima, en el que tiene como entradas el ingreso de materiales del área de almacenamiento, la materia prima de los moldes de corte y las cubetas de plástico para la ubicación de los elementos cortados, mientras como salidas tiene la materia prima cortada, los desperdicios de cada material y las cubetas que son trasladadas a la siguiente sección.

De acuerdo al plan PHVA inicia con la ubicación de la materia prima en la mesa de corte, seguidamente por el corte manual de la materia prima de acuerdo a los moldes requeridos y el corte de los complementos que son forros, telas de punta y lengüetas, una vez cortado se procede a verificar el estado de las piezas que no tenga fallas y estén completas para su siguiente proceso que es en el área de diseño.

Entre los recursos humanos consta de 3 operarios que realizan estas actividades en las que necesitan de herramientas físicas como cuchillas para la realización del corte manual, mesas metálicas que son para el apoyo del material a cortar, cubetas o fundas para la ubicación de los elementos cortados, todo eso debe estar en buena calidad para ser trasladado hacia la siguiente área que es diseño.

Su balance de masa para determinar los desperdicios en esta área de corte y preparación están en el **Anexo 7** enlista la materia prima que ingresa y la que sale, medida por el peso de la misma dándonos un costo de desperdicio de \$ 5,71 en la docena.

**Tabla 17** Caracterización del proceso de corte y preparación grupo 1

CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO					
		Versión: 0.1	Página: 1 -1	Código: C. SP.C, P.0.1	
DOCUMENTO CONTROLADO					
Proceso:	Corte y preparación				
Responsable:	Yolanda E.				
Objetivo:	Cortar los moldes que se utiliza para la fabricación de calzado grupo 1				
Alcance:	Desde la ubicación de la materia prima en las mesas de corte hasta el envío al área de diseño				
Proveedor	Entradas	Planear	Hacer	Salidas	Cientes
Área de Almacenamiento de materia prima.	Ingreso de materiales de área de almacenamiento	Ubicación de la materia prima en las mesas de corte	Corte manual de materia prima con ayuda de moldes	Materia prima en la mesa de corte correctamente ubicada	Área de diseño
	Materia prima para los moldes de corte		Corte de los complementos (forros y telas).	Piezas cortadas de cuerpos y lengüetas debidamente numeradas	
	Juntar los elementos cortados y ubicados en una cubeta.			Desperdicios: Malla Valery peso: 1LBS	
		Actuar	Verificar	Elementos de complementos	
		Envío al área de diseño.	Verificación el estado de cortes	Desperdicios: Punto Diamante peso: 0,2 LBS; Cambrela peso: 0,15 LBS.	
				Verificar que esté completo y llevar al área de diseño	
RECURSO HUMANO			RECURSOS FÍSICOS		
RECURSO			RECURSO	CONDICIÓN	
2 operarios			Cuchillas	Buena	
			Moldes de modelos	Buena	
			Minas y crayolas	Buena	
			Mesas de corte	Buena	
INDICADORES					
NOMBRE	MÉTODO DE CÁLCULO	META	REGISTRO	RESPONSABLE	FRECUENCIA
ELABORÓ: Sergio Eugenio		REVISÓ. Yolanda E.		APROBÓ: Ing. Cristian Ortiz	

## Diseño

El subproceso de Diseño **Tabla 18**, tiene como objetivo diseñar los TPUs y vinil textil para sublimar pertenecientes al grupo 1, está a cargo de Jorge Luis y su

alcance va desde el diseño de los modelos por intermedio de un computador hasta el envío a la siguiente área de armado.

Entre los proveedores que tiene este subproceso están el área de corte y preparación y el área de almacenamiento de materia prima para diseño, y tienen como entrada el ingreso de cubeta con los elementos cortados de acuerdo a su numeración y color, posterior se acomoda las piezas a cortar en el espacio de trabajo del software para envía al plotter de corte y ubicar los materiales a cortar ya sea esta TPU o vinil textil. Se pelan los elementos cortados y se acomodan de acuerdo al diseño en la plancha industrial para posteriormente sublimarlos. Como salida tiene las capelladas y lengüetas sublimadas ubicadas en la cubeta de traslado que para este subproceso el cliente es la siguiente área que es la de armado.


De acuerdo al plan PHVA, inicia con planear el diseño del modelo, la ubicación de las piezas para su corte por intermedio de la máquina plotter, después la actividad es pelar los diseños respectivos y preparación para la plancha de sublimación en la que como verificación se analiza el estado de los diseños y la ubicación respectiva para que en el actuar se proceda a una correcta sublimación y envió a la siguiente área que es armado para para este grupo 1 de modelos, el área de armado se lo realiza únicamente dentro de la empresa.

Entre los recursos humanos consta de 2 operarios que realizan estas actividades en las que necesitan de recursos tecnológicos para el diseño de un modelo adecuado requerido que es el programa de corte vinil master cut 4.2, Rhino 6 y CorelDraw a más de herramientas físicas como cuclillas para la pelar el TPU o vinil textil, tijeras para corte, mesas de apoyo y planchas térmicas para un correcto sublimado.

Su balance de masa para determinar los desperdicios en el área de diseño está en el **Anexo 8** de acuerdo a la materia prima que es tratada en esa área, lo que entra y con lo que sale, teniendo un costo de pérdida de \$ 2,17 en la docena.



**Tabla 18** Caracterización del proceso de diseño grupo 1

CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO					
		Versión: 0.1	Página: 1 - 1	Código: C. SP.D.0.1	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b>					
Proceso:	Diseño				
Responsable:	Jorge Luis				
Objetivo:	Diseñar los TPUs y vinil de calzados para sublimar pertenecientes al grupo 1.				
Alcance:	Desde el diseño del modelo requerido hasta el envío al área de aparado				
<b>Proveedor</b>	<b>Entradas</b>	<b>Planear</b>	<b>Hacer</b>	<b>Salidas</b>	<b>Cientes</b>
Área de corte y preparación	Ingreso de cubeta con elementos cortados de acuerdo con la numeración y color.	Diseño del modelo requerido	Cortar por intermedio de una máquina plotter	Piezas diseñadas en Rhino 6 y exportadas al programa Vinil Máster Cut 4.2	Área de aparado
Almacenamiento de materia prima para diseño	Acomodar las piezas a cortar en el espacio de trabajo del software	Piezas cortadas	Pelar los diseños ya sea en tpu o vinil textil.	Elementos pelados separados por su forma. Desperdicios	
	Ubicar los materiales a cortar TPU y vinil textil en la máquina plotter de corte		Preparar y colocar en plancha de sublimación	Capelladas y lengüetas preparadas para iniciar planchado	
	Retirar los materiales de la máquina plotter	<b>Actuar</b>	<b>Verificar</b>	Cuerpos y lengüetas Planchados	
	Encender la plancha industrial.	Envío al área de aparado (aparado en la empresa únicamente)	Verificación el estado de iseño	Elementos de complementos debidamente cortados.	
	Verificar temperatura y tiempo de plancha industrial			Docena diseñada enviada a la siguiente área	
	Retirar plásticos de vinil textil y acomodar los elementos planchados en una cubeta.				
<b>RECURSO HUMANO</b>		<b>RECURSO TECNOLÓGICO</b>		<b>RECURSOS FÍSICOS</b>	
<b>RECURSO</b>		<b>RECURSO</b>		<b>CONDICIÓN</b>	
1 operario		Programa Vinil Máster Cut 4.2	Computador	Buena	
		Programa Rhino 6	Plotter de corte	Buena	
		Programa CorelDraw	Cuchilla para pelaje de TPU y vinil	Buena	
		Programa Adobe Ilustrador	Plancha industrial	Buena	
<b>INDICADORES</b>					
<b>NOMBRE</b>	<b>MÉTODO DE CÁLCULO</b>	<b>META</b>	<b>REGISTRO</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>
ELABORÓ: Sergio Eugenio		REVISÓ: Jorge Luis		APROBÓ: Ing. Cristian Ortiz	

## Aparado

El subproceso de aparado **Tabla 19**, tiene como objetivo aparar los cortes pertenecientes al grupo 1, tiene como representante la Srta. Nelly Laguna que el

alcance del sub proceso va desde la verificación de la materia que ingresa hasta el traslado al área de montaje.


El proveedor para este sub proceso es el área de diseño que tiene como entrada el ingreso de la cubeta con los materiales respectivos en la que se verifica que la docena esté completa, después se ubica los elementos en la mesa de trabajo para el inicio de la operación aparado en la que se va pasando costuras y formando el corte para posteriormente la ubicación de forros y lengüetas para ponerlos en una bolsa o cubeta para enviar al cliente que en este caso es el área de montaje.

De acuerdo al plan PHVA la planeación del aparado empieza con el ordenar las piezas de acuerdo a su numeración, en la que por hacer empieza con las costuras de las piezas sueltas y la unión con otras piezas para terminar con el terminado de la operación aparado y se verifica que todos los elementos estén sin fallo alguno para posteriormente trasladado al área de montaje.

Entre los recursos humanos consta de 3 operarios y un técnico que también cumple funciones de operario para el mantenimiento general de las máquinas de costura que son 3 aparadoras básicas, una máquina de poste y una máquina doble aguja, y que para realizan estas actividades necesitan de varias herramientas y recursos como cuchillas, hilos, agujas y tijeras en cada máquina que deben estar en buen estado para que cumplan un correcto funcionamiento.

Su balance de masa para determinar los desperdicios que ingresan y los que salen en esta área están detallados en el **Anexo 9**, donde nos indica que no existe desperdicio de materia prima lo cual genera un costo de \$ 0.00.

**Tabla 19** Caracterización del proceso de aparado grupo 1

CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO					
		Versión: 0.1	Página: 1 -1	Código: C. SP.D.0.1	
DOCUMENTO CONTROLADO					
Proceso:	Aparado				
Responsable:	Nelly Laguna				
Objetivo:	Aparar los cortes pertenecientes al grupo 1.				
Alcance:	Desde la verificación de que la materia prima entrante que este completa hasta el traslado al área de montaje.				
Proveedor	Entradas	Planear	Hacer	Salidas	Clientes
Área de Diseño	Ingreso de la cubeta en el área de aparado	Aparado.	Coser las piezas sueltas	Docena completa lista para iniciar aparado	Área de Montaje.
	Poner los elementos de la docena a la mesa de trabajo	Acomodar las piezas de acuerdo a su numeración	Unir una pieza con otra formando el corte	Elementos ordenados por forma y numeración	
	Distribuir cada elemento para los aparadores.		Terminado de aparado con todos los detalles	Costura de estructura de zapato	
	Estructura de zapato.	Actuar	Verificar	Docena de calzado aparado	
	Forros internos y lengüeta	Traslado al área de montaje	Verificación de que la docena este completa	Llegada de bolsa con el modelo de cortes aparado en el área de montaje	
	Verificar que la docena esté completa y ubicar en				
RECURSO HUMANO		RECURSO TÉCNICO	RECURSOS FÍSICOS		
RECURSO	RECURSO	RECURSO	CONDICIÓN		
3 operarios	1 técnico / operario	3 máquinas de aparar	Buena		
		Máquina de poste	Buena		
		Agujas	Buena		
		Máquina de poste doble aguja	Buena		
		Cuchilla, varias tijeras	Buena		
INDICADORES					
NOMBRE	MÉTODO DE CÁLCULO	META	REGISTRO	RESPONSABLE	FRECUENCIA
ELABORÓ: Sergio Eugenio		REVISÓ: Nelly Laguna		APROBÓ: Ing. Cristian Ortiz	

## Montaje

El subproceso de montaje **Tabla 20**, tiene como objetivo montar los cortes de calzado en las hormas y plantas respectivas, esta sección está a cargo del Sr. Raúl

Eugenio y que tiene como alcance desde la verificación de los cortes completos y las hormas respectivas para el modelo hasta el traslado al área de terminado.


El proveedor para esta sección es el área de aparado que ingresa el material en una bolsa o cubeta con los cortes de zapato y las hormas seleccionadas, para realizar el modelo respectivo que se procede a emplantillar y se sujeta con grapas; se pone las guardas en la punta y el talón de los cortes lo cual se calienta en el horno para su armado y montado el corte en la horma, mientras otro operario prepara las plantas respectivas y las limpia de cualquier grasa con el limpiador 2-22 y se ubica la pega de color blanco en la planta y en la plantilla de la horma para su pegado. Una vez pegado se deja reposar los zapatos en la horma por 2 horas para que tome su forma completa, y por último se retira la horma de los zapatos y se envía los zapatos al área de terminado por intermedio de cubetas.

De acuerdo al plan PHVA la planeación es de preparar la docena requerida para empezar en a sección montaje, en el que se hace la limpieza de las plantas con químicos especiales para un correcto terminado, también en la utilización de horno en el calentar los cortes y las plantas para un correcto plantado y al final sacar las hormas se los zapatos que posterior es la verificación de los zapatos terminados para luego ser trasladados a la siguiente área que es la de terminado.

Entre los recursos humanos consta de 3 operarios y cuando se requiere del mantenimiento de la máquina armadora cuenta con un técnico externo, entre las herramientas que se necesitan para cumplir esta operación se necesita cuchilla, martillos, máquina armadora, prensadora, grapadora, compresor de aire, máquina suavizadora para talones de vapor, plancha industrial y esferos, lápices y minas todas esas herramientas y recursos deben estar de buena forma para un correcto desempeño y se pueda obtener un excelente resultado en el producto.

Su balance de masa para determinar los desperdicios en esta área están en el **Anexo 10** de acuerdo a la materia prima que entra y con la que sale, teniendo un desperdicio de \$ 1,60.

**Tabla 20** Caracterización del proceso de montaje grupo 1

CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO					
		Versión: 0.1	Página: 1 - 1	Código: C. SP.M.0.1	
DOCUMENTO CONTROLADO					
Proceso:	Montaje				
Responsable:	Raúl Eugenio				
Objetivo:	Montar los calzados pertenecientes al grupo 1				
Alcance:	Desde la verificación de pares completos y las hormas para dicho modelo hasta el traslado al área de terminado				
Proveedor	Entradas	Planear	Hacer	Salidas	Cientes
Área de Aparado	Ingreso de bolsa con cortes de zapatos. Cortes completos de la docena de calzado.	Preparación de cortes terminados para montaje en la horma respectiva	Limpieza de plantas con químicos especiales para un correcto terminado	Hormas elegidas para el modelo respectivo y cortes completos.	Área de Control de calidad y empaquetado
	Grapar plantilla interna en horma		Encendido de horno calentar cortes y plantas	Cortes con talón y puntera	
	Preparar cortes para ingresar al horno previo a salir de la máquina talonera y de puntas		Plantado y terminado del zapato.	Horma con plantilla cortada a su alrededor y puesta pega amarilla	
	Material para Puntera y Talón		Reposar a los zapatos en la horma para que tome su forma adecuada	Material para Puntera y Talón	
	Rayado de montaje en la planta para dar pegamento blanco a su alrededor y desinfectarlas		Retirar zapatos de las hormas	Plantas limpias con 2-22 que elimina bacterias para un correcto pegado	
	Zuelas (plantas) de acuerdo con el modelo determinado	Actuar	Verificar	Material para Puntera y Talón	
	El montaje con planta se enumera y se envía a la prensadora para que el zapato quede sujetado correctamente	Traslado al área de terminado	Verificación de pares completos y las hormas para dicho modelo	Armado por la máquina armadora se da el montaje de corte en la respectiva horma	
	Verificar que este pegado correctamente y numerado. Coloca en una cubeta			Montaje con planta y reposar el calzado en horma por un tiempo aproximado a 2 horas	
				Zapatos sin hormas y llevar a la siguiente área.	
RECURSO HUMANO		RECURSO TÉCNICO		RECURSOS FÍSICOS	
RECURSO		RECURSO		CONDICIÓN	
3 operarios		1 técnico externo		3 martillas para montaje	Buena
				Máquina armadora	Buena
				Prensadora	Buena
				Grapadora	Buena
				Cuchillas de corte	Buena
				Compresor	Buena
				Máquina a vapor para talones	Buena
				Plancha industrial para puntas	Buena
				Esferos, minas y lápices	Buena
INDICADORES					
NOMBRE	MÉTODO DE CÁLCULO	META	REGISTRO	RESPONSABLE	FRECUENCIA
ELABORÓ: Sergio Eugenio		REVISÓ: Raúl Eugenio		APROBÓ: Ing. Cristian Ortiz	

## **Terminado**

El subproceso terminado **Tabla 21**, que tiene por objetivo verificar y acomodar los zapatos pertenecientes al grupo 1, su encargado es la Sra. María Pullutasig y el alcance del subproceso es desde la llegada de los zapatos del área de montaje hasta acomodar en las perchas para su embarque final.


El proveedor principal de este sub proceso es el área de montaje que tiene como entradas el ingreso de los zapatos, el ingreso de los materiales para su utilización final que tiene como salida los zapatos arreglados y ordenados por series para su cliente final del subproceso que es el despacho.

De acuerdo al plan PHVA se planea arreglar la docena de turno y se procede al hacer en arreglar los zapatos de la mena con pasadores, plantillas y papel, después se acomoda para un correcto empaque, en verificar se revisa algún fallo, la serie requerida y al final la ubicación de los empaques de zapatos en las perchas finales para su despacho.

Consta de recursos humanos y físicos como son 3 trabajadores y varias herramientas como tijeras, cepillos y esferos que deben estar en buen estado para que los operarios realicen un buen trabajo en el producto final.

Su balance de masa para determinar los desperdicios en el área terminado está en el **Anexo 11** de acuerdo a la materia prima que entra y con la que sale.

**Tabla 21** Caracterización del proceso de terminado grupo 1

CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO					
		Versión: 0.1	Página: 1 - 1	Código: C. SP.C, T.0.1	
DOCUMENTO CONTROLADO					
Proceso:	Terminado				
Responsable:	María Pullutasig				
Objetivo:	Verificar y acomodar los zapatos pertenecientes al grupo 1				
Alcance:	Desde la llegada de los zapatos del área de montaje hasta el acomodar en las perchas respectivas para su embarque final.				
Proveedor	Entradas	Planear	Hacer	Salidas	Cientes
Área de Montaje	Ingreso de zapatos del área de montaje	La docena de zapatos para arreglar	Trasladar los zapatos a las mesas para la ubicación de pantillas,	Zapatos arreglados y ordenados para su despacho	Despacho final
	Materiales finales para darle un correcto terminado como		Acomodar los zapatos y parear para su empaque		
		Actuar	Verificar		
		Ubicación en las perchas para su despacho final	Verificación que el zapato final no tenga algún defecto		
RECURSO HUMANO			RECURSOS FÍSICOS		
RECURSO			RECURSO	CONDICIÓN	
1 operario			tijeras	Buena	
			cepillos	Buena	
			esferos	Buena	
INDICADORES					
NOMBRE	MÉTODO DE CÁLCULO	META	REGISTRO	RESPONSABLE	FRECUENCIA
ELABORÓ: Sergio Eugenio		REVISÓ: María Pullutasig		APROBÓ: Ing. Cristian Ortiz	

**Diagrama de procesos de producción para el grupo 1**

En el **Anexo 12** se detalla el proceso de producción del grupo 1 por operaciones y el tiempo que le lleva tomar esa actividad, las actividades de cada área de trabajo se encolumnan una de otra en orden respectivo a su fabricación.

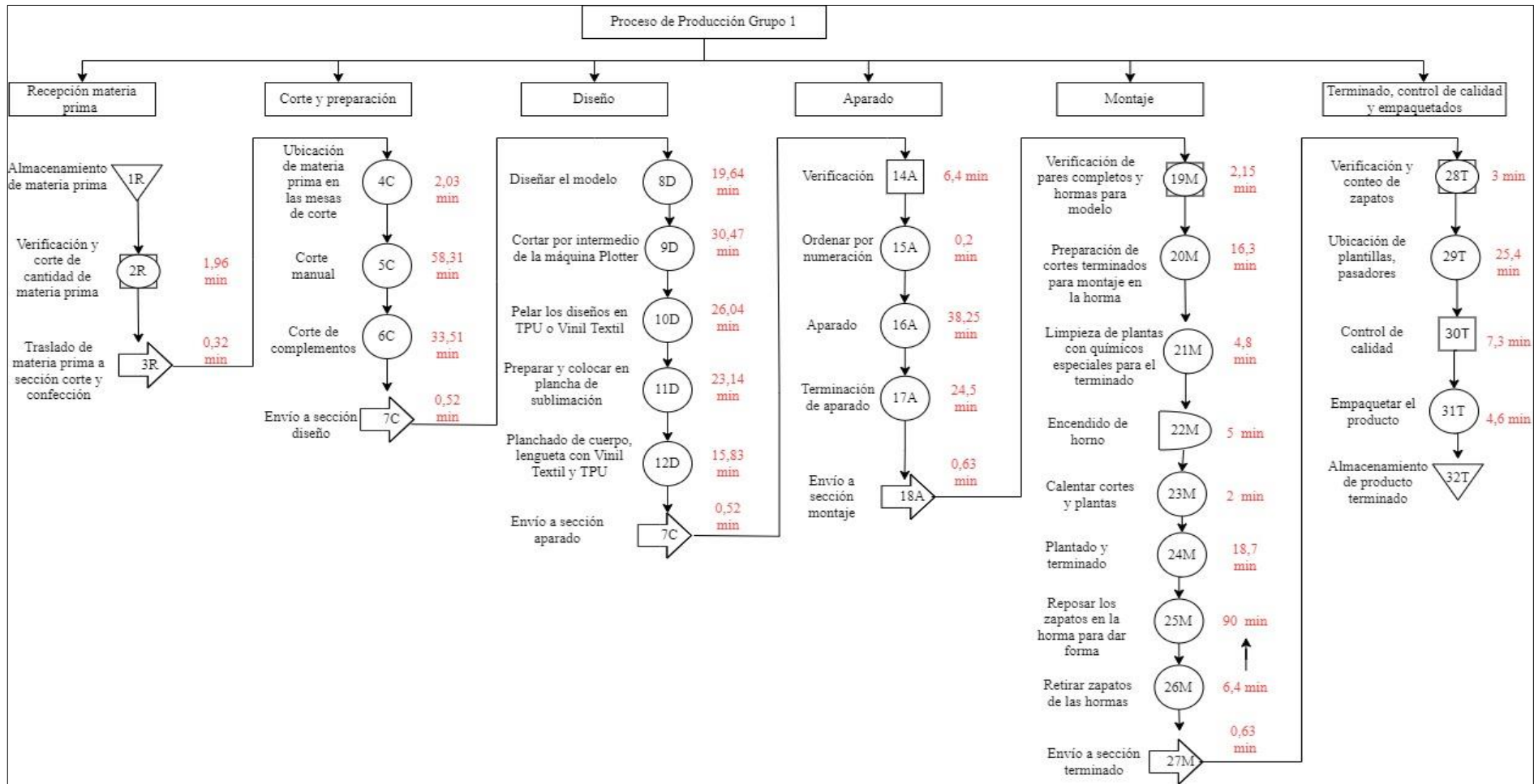
El diagrama de procesos ilustra las relaciones entre operaciones de la fabricación de calzado, en la que los símbolos varían de una actividad a otra de acuerdo a las

ejecuciones de las mismas en la producción. Para este grupo 1 de producción cuenta con seis áreas que son, recepción de materia prima, corte y preparación, diseño, apartado, montaje, terminado, control de calidad y empaçado.

Todas las áreas de producción cuentan con actividades específicas y en cada actividad representa un tiempo de ejecución, las actividades que mayor ejecución necesitan son la de corte manual que se ubica en el área de corte y preparación que necesita un tiempo de 58,31 minutos, y la otra actividad que necesita de un tiempo considerable es el reposo de los zapatos en las hormas para que tomen su forma adecuada que está en el área de montaje y que representa un tiempo de 90 minutos.

A continuación, se presenta el diagrama de operación **Figura 7** en la que se aprecia los tiempos que se demora para cada actividad.





**Figura 7** Diagrama de proceso de producción grupo 1

También se presenta la caracterización de los procesos del grupo 2, detallado en la **Tabla 22** y en el **Anexo 6**, muestra los subprocesos divididos por cada área de trabajo y las actividades que se desempeñan detalladas por actividades específicas que se debe cumplir para una ejecución adecuada en la fabricación de sus productos.

**Tabla 22** Identificación de procesos y subprocesos de producción de calzado G2

<b>PROCESO DE FABRICACIÓN DE CALZADO GRUPO 2</b>		
<b>PROCESO</b>	<b>SUBPROCESO</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
<b>Fabricación de calzado Grupo 2</b>	Almacenamiento materia prima	Recepción de materia prima
		Verificación de cantidad de materia prima
		Cortar lo requerido y traslado de materia prima a sección corte y preparación
	Corte y preparación	Ubicación de la materia prima en las mesas de corte
		Corte manual de materia prima con ayuda de moldes
		Corte de los complementos (forros y telas)
		Estampado de elementos requeridos
		Envío para aparado externo
		Aparado en la empresa
	Aparado	Verificación de que la docena este completa
		Ordenar de acuerdo a la numeración
		Aparado
		Terminación de aparado
		Traslado al área de montaje
	Montaje	Verificación de pares completos y las hormas para dicho modelo
		Preparación de cortes terminados para montaje en la horma respectiva
		Limpieza de plantas con químicos especiales para un correcto terminado
		Encendido de horno calentar cortes y plantas
		Plantado y terminado del zapato
		Reposar a los zapatos en la horma para que tome su forma adecuada
		Retirar zapatos de las hormas
		Traslado al área de terminado
	Terminado, control de calidad y empaquetados	Verificación y conteo de los zapatos
		Ubicación de plantillas, pasadores
		Control de calidad del producto
		Empaquetado del producto
		Almacenamiento de producto terminado

Descripción y levantamiento de los subprocesos del proceso de fabricación de calzado grupo 2 de cada área de producción definida.

## **Almacenamiento de materia prima**


El subproceso de almacenamiento de materia prima del grupo 2 **Tabla 23** tiene como objetivo almacenar la materia prima que se utiliza para la fabricación de calzado, su responsable es la Sra. María Caisaguano, y su alcance es desde la recepción de materia prima hasta el traslado hacia el área de corte y preparación.

Sus proveedores son Importadores de insumos para calzado, tiendas distribuidoras de materiales para calzado y Fábricas inyectoras de insumos para calzados, tiene como entrada los materiales sintéticos ya sea por metros o por rollos, herramientas y materiales para cada área de trabajo; y como salida es el traslado de los materiales y/o herramientas a cada sección de trabajo, ya sea esta cada una de las áreas que requiera de materiales específicos para su elaboración o a su vez de alguna herramienta por lo general el cliente frecuente en el proceso de fabricación de calzado es el área de corte y preparación.

De acuerdo al plan PHVA inicia con la recepción de la materia prima, seguido por cortar lo requerido y medido por una cinta métrica la cantidad necesaria para la continuación del proceso de fabricación, después se verifica la cantidad de materia prima y se traslada a la sección corte donde debe continuar con el proceso de elaboración del proceso del grupo 2.

Entre los recursos humanos consta de 3 operarios que realizan estas actividades en las que necesitan de herramientas físicas como cuclillas, perchas metálicas, espacio para almacenamiento y cintas de medición, todo eso debe estar en buena calidad para un correcto desempeño del trabajador.

**Tabla 23** Caracterización del proceso de almacenamiento materia prima grupo 2

CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO					
	Versión: 0.1	Página: 1 -1	Código: C. SP.A.MP.0.1		
DOCUMENTO CONTROLADO					
Proceso:	Almacenamiento materia prima				
Responsable:	María Caisaguano				
Objetivo:	Almacenar la materia prima que se utiliza para la fabricación de calzado grupo 2				
Alcance:	Desde la recepción de la materia prima hasta el traslado de esta al área de corte y preparación.				
Proveedor	Entradas	Planear	Hacer	Salidas	Cientes
Importadores de insumos para Calzado	Materiales requeridos por rollos o metrajes	Recepción de materia prima	Cortar lo requerido	Llevar la materia prima en el lugar que corresponda.	Área de corte y preparado
Tiendas distribuidoras de materiales	Materia prima para cantidades grandes o por docena			Materia prima verificada y Ubicada en perchas o el en lugar que corresponda.	
Fábricas inyectoras de insumos de calzado	Materia prima para la sección de corte			Material requerido cortado y llevado a la siguiente área	
	Materia prima para la sección de aparado	Actuar	Verificar		
	Materia prima para la sección de montaje	Traslado de materia prima a sección corte y preparación.	Verificación de cantidad de materia prima		
	Materia prima para la sección de terminado				
RECURSO HUMANO			RECURSOS FÍSICOS		
RECURSO			RECURSO	CONDICIÓN	
3 operarios			Cuchillas de corte	Buena	
			Perchas metálicas	Buena	
			Espacio de almacenamiento	Buena	
			Cinta de medición	Buena	
INDICADORES					
NOMBRE	MÉTODO DE CÁLCULO	META	REGISTRO	RESPONSABLE	FRECUENCIA
ELABORÓ: Sergio Eugenio		REVISÓ: María Caisaguano		APROBÓ: Ing. Cristian Ortiz	

### Corte y preparación

El subproceso de corte y preparación **Tabla 24**, tiene como objetivo cortar el material de acuerdo a los moldes del modelo requerido que se utilizan en la fabricación de calzado grupo 2, este subproceso tiene como encargado a la Sra. Yolanda E. Y su alcance va desde la ubicación de la materia prima en la mesa de corte hasta el envío a la siguiente área en este caso es el área de aparado.


El proveedor para este subproceso es el área de almacenamiento de materia prima, en el que tiene como entradas el ingreso de materiales del área de almacenamiento, la materia prima de los moldes de corte y las cubetas de plástico para la ubicación de los elementos cortados, mientras como salidas tiene la materia prima cortada, los desperdicios de cada material y las cubetas que son trasladadas a la siguiente sección que es el área de aparado.

De acuerdo al plan PHVA inicia con la ubicación de la materia prima en la mesa de corte, seguidamente por el corte manual de la materia prima de acuerdo a los moldes requeridos y el corte de los complementos que son forros, telas de punta y lengüetas, una vez cortado se procede a verificar el estado de las piezas que no tenga fallas y estén completas para su siguiente proceso que es en el área de diseño.

Entre los recursos humanos consta de 3 operarios que realizan estas actividades en las que necesitan de herramientas físicas como cuchillas para la realización del corte manual, mesas metálicas que son para el apoyo del material a cortar, cubetas o fundas para la ubicación de los elementos cortados, todo eso debe estar en buena calidad para ser trasladado hacia la siguiente área que es de aparado.

Su balance de masa para determinar los desperdicios en esta área de corte y preparación están en el **Anexo 12** de acuerdo a la materia prima que entra y con la que sale, teniendo un costo de desperdicio de \$ 4,66.

**Tabla 24** Caracterización del proceso de corte y preparación grupo 2

CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO					
		Versión: 0.1	Página: 1 - 1	Código: C. SP.C, P.0.1	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b>					
Proceso:	Corte y preparación				
Responsable:	Yolanda E.				
Objetivo:	Cortar los moldes que se utiliza para la fabricación de calzado grupo 2				
Alcance:	Desde la ubicación de la materia prima en las mesas de corte hasta el envío al área de diseño				
<b>Proveedor</b>	<b>Entradas</b>	<b>Planear</b>	<b>Hacer</b>	<b>Salidas</b>	<b>Cientes</b>
Área de Almacenamiento de materia prima.	Ingreso de materiales de área de almacenamiento	Ubicación de la materia prima en las mesas de corte	Corte manual de materia prima con ayuda de moldes	Materia prima en la mesa de corte correctamente ubicada	Área de diseño
	Materia prima: Moldes de corte y cuchillas		Corte de los complementos (forros y telas).	Piezas cortadas con respeto al modelo seleccionado.	
	Inicio de piezas complementarias			Elementos de complementos debidamente cortados como desperdicios	
	Piezas seleccionadas que requieren estampado	<b>Actuar</b>	<b>Verificar</b>	Piezas estampadas	
	Materiales completos en una bolsa grande de plástico	Envío al área de diseño.	Verificación el estado de cortes	El aparador externo viene por cada docena requerida, se lleva un lote de algunas docenas dependiendo del pedido	
	Materiales completos en cubeta de plástico	Aparado en la empresa.		Se envía la cubeta a el área de aparado en el cual se encuentran 4 aparadores lo cual su trabajo es en serie	
<b>RECURSO HUMANO</b>			<b>RECURSOS FÍSICOS</b>		
<b>RECURSO</b>			<b>RECURSO</b>	<b>CONDICIÓN</b>	
3 operarios			Cuchillas	Buena	
			Moldes de modelos	Buena	
			Minas y crayolas	Buena	
			Mesas de corte	Buena	
<b>INDICADORES</b>					
<b>NOMBRE</b>	<b>MÉTODO DE CÁLCULO</b>	<b>META</b>	<b>REGISTRO</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>
ELABORÓ: Sergio Eugeno		REVISÓ.: Yolanda E.		APROBÓ: Ing. Cristian Ortiz	

## Aparado

El subproceso de aparado grupo 2 **Tabla 25**, tiene como objetivo aparar los cortes pertenecientes al grupo 2, tiene como representante la Srta. Nelly Laguna, y que el

alcance del subproceso va desde la verificación de la materia que ingresa hasta el traslado al área de montaje.


El proveedor para este subproceso es el área de corte y preparación que tiene como entrada el ingreso de la cubeta con los materiales respectivos en la que se verifica que la docena esté completa, después se ubica los elementos en la mesa de trabajo para el inicio de la operación que es aparado, en la que se va pasando costuras y formando el corte para posteriormente la ubicación de forros y lengüetas. Se ubica en una bolsa o cubeta para enviar al cliente que en este caso es el área de montaje.

De acuerdo al plan PHVA la planeación del aparado empieza con el ordenar las piezas de acuerdo a su numeración, en la que por hacer empieza con las costuras de las piezas sueltas y la unión con otras piezas para terminar con el terminado de la operación aparado y se verifica que todos los elementos estén sin fallo alguno para posteriormente trasladado al área de montaje.

Entre los recursos humanos consta de 3 operarios y un técnico que también cumple funciones de operario para el mantenimiento general de las máquinas de costura que son 3 aparadoras básicas, una máquina de poste y una máquina doble aguja, y que para realizan estas actividades necesitan de varias herramientas y recursos como cuchillas, hilos, agujas y tijeras en cada máquina que deben estar en buen estado para que cumplan un correcto funcionamiento.

Su balance de masa para determinar los desperdicios en esta área están en el **Anexo 13** de acuerdo a la materia prima que entra y con la que sale.

**Tabla 25** Caracterización del proceso de aparado grupo 2

CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO					
	Versión: 0.1	Página: 1 -1	Código: C. SP.D.0.1		
DOCUMENTO CONTROLADO					
Proceso:	Aparado				
Responsable:	Nelly Laguna				
Objetivo:	Aparar los calzados pertenecientes al grupo 2				
Alcance:	Desde la verificación de que la docena este completa hasta el traslado al área de montaje.				
Proveedor	Entradas	Planear	Hacer	Salidas	Cientes
Área de Diseño	Ingreso de la cubeta en el área de aparado	Aparado.	Ordenar de acuerdo con la	Docena completa lista para iniciar aparado	Área de Montaje.
	Poner los elementos de la docena a la mesa de trabajo		Ordenar de acuerdo a la numeración.	Elementos ordenados por forma y numeración	
	Para aparado interno: Distribuir cada elemento para los aparadores		Terminación de aparado	Docena de calzado aparado	
	Para aparado externo: Tener a punto todo para inicio de aparado	Actuar	Verificar	Llegada de bolsa con el modelo de cortes aparado en el área de	
	Estructura de zapato. Forros internos y lengüeta	Traslado al área de montaje	Verificación de que la docena este completa		
	Verificar que la docena esté completa y ubicar en una bolsa				
RECURSO HUMANO		RECURSO TÉCNICO		RECURSOS FÍSICOS	
RECURSO		RECURSO		CONDICIÓN	
3 operarios		1 técnico / operario		3 máquinas de aparar	Buena
				Máquina de poste	Buena
				Agujas	Buena
				Máquina de poste doble aguja	Buena
				Cuchilla, varias tijeras	Buena
INDICADORES					
NOMBRE	MÉTODO DE CÁLCULO	META	REGISTRO	RESPONSABLE	FRECUENCIA
ELABORÓ: Sergio Eugenio		REVISÓ: Nelly Laguna		APROBÓ: Ing. Cristian Ortiz	

## Montaje

El subproceso de montaje **Tabla 26**, tiene como objetivo montar los cortes de calzado en las hormas y plantas respectivas, esta sección está a cargo del Sr. Raúl Eugenio y que tiene como alcance desde la verificación de los cortes completos y las hormas respectivas para el modelo hasta el traslado al área de terminado.




El proveedor para esta sección es el área de armado que ingresa el material en una bolsa o cubeta con los cortes de zapato y las hormas seleccionadas, para realizar el modelo respectivo que se procede a emplantillar y se sujeta con grapas; se ponen guardas en la punta y el talón de los cortes, lo cual se calienta en el horno para su armado y montado el corte en la horma, mientras otro operario prepara las plantas respectivas y las limpia de cualquier grasa con el limpiador 2-22 y se ubica la pega de color blanco en la planta y en la plantilla de la horma para su pegado. Una vez pegado se deja reposar los zapatos en la horma por 2 horas para que tome su forma completa, y por último se retira la horma de los zapatos y se envía los zapatos al área de terminado por intermedio de cubetas.

De acuerdo al plan PHVA la planeación es de preparar la docena requerida para empezar en la sección montaje, en el que se hace la limpieza de las plantas con químicos especiales para un correcto terminado, también en la utilización de horno en el calentar los cortes y las plantas para un correcto plantado y al final sacar las hormas se los zapatos que posterior es la verificación de los zapatos terminados para luego ser trasladados a la siguiente área que es la de terminado.

Entre los recursos humanos consta de 3 operarios y cuando se requiere del mantenimiento de la máquina armadora cuenta con un técnico externo, entre las herramientas que se necesitan para cumplir esta operación se necesita cuchilla, martillos, máquina armadora, prensadora, grapadora, compresor de aire, máquina suavizadora para talones de vapor, plancha industrial y esferos, lápices y minas todas esas herramientas y recursos deben estar de buena forma para un correcto desempeño y se pueda obtener un excelente resultado en el producto.

Su balance de masa para determinar los desperdicios en esta área y para el grupo están en el **Anexo 14** de acuerdo a la materia prima que entra y con la que sale, teniendo un desperdicio por docena de \$0,97.

**Tabla 26** Caracterización del proceso de montaje grupo 2

 <b>CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO</b>					
Versión: 0.1		Página: 1 - 1		Código: C. SP.M.0.2	
DOCUMENTO CONTROLADO					
Proceso:	Montaje				
Responsable:	Raúl Eugenio				
Objetivo:	Montar los calzados pertenecientes al grupo 2				
Alcance:	Desde la verificación de pares completos y las hormas para dicho modelo hasta el traslado al área de terminado				
Proveedor	Entradas	Planear	Hacer	Salidas	Cientes
Área de Aparado	Ingreso de bolsa con cortes de zapatos.	Preparación de cortes terminados para montaje en la horma	Limpieza de plantas con químicos especiales para un correcto terminado	Hormas elegidas para el modelo respectivo y cortes completos	Área de Control de calidad y empaquetado
	Cortes completos de la docena de calzado.		Encendido de horno calentar cortes y plantas	Cortes con talón y puntera	
	Dimensiones: Cartón Plantilla (largo: 1,49 m, ancho: 0,98 m y peso: 4,4 LBS).		Plantado y terminado del zapato.	Horma con plantilla cortada a su alrededor y puesta pega amarilla	
	Material para puntera y talón. Zuelas (plantas) de acuerdo con el modelo determinado		Reposar a los zapatos en la horma para que tome su forma adecuada	Material para Puntera y Talón	
	Preparar cortes para ingresar al horno al salir de la máquina talonera y de puntas		Retirar zapatos de las hormas	Plantas limpias con limpiador 2-22 que elimina bacterias para un correcto pegado	
		Actuar	Verificar		
	Rayado de montaje en la planta para dar pegamento blanco en su alrededor y desinfección de plantas para su concentración	Traslado al área de terminado	Verificación de pares completos y las hormas para dicho modelo	Armado por la máquina armadora se da el montaje de corte en la horma	
	El montaje con planta se enumera y se envía a la prensadora para sujetar el proceso			Montaje con planta y reposar el calzado en horma por un tiempo aproximado a 2 horas	
	Verificar que este pegado correctamente y numerado. Y colocar en una cubeta			Zapatos sin hormas y llevar a la siguiente área	
RECURSO HUMANO		RECURSO TÉCNICO		RECURSOS FÍSICOS	
RECURSO		RECURSO		CONDICIÓN	
3 operarios		1 técnico externo		3 martillas para montaje	Buena
				Máquina armadora	Buena
				Prensadora	Buena
				Grapadora	Buena
				Cuchillas de corte	Buena
				Compresor	Buena
				Máquina a vapor para talones	Buena
				Plancha industrial para puntas y 2 hornos	Buena
				Esferos, minas y lápices	Buena
INDICADORES					
NOMBRE	MÉTODO DE CÁLCULO	META	REGISTRO	RESPONSABLE	FRECUENCIA
ELABORÓ: Sergio Eugenio		REVISÓ: Raúl Eugenio		APROBÓ: Ing. Cristian Ortiz	

## **Terminado**

El subproceso terminado **Tabla 27**, que tiene por objetivo verificar y acomodar los zapatos pertenecientes al grupo 2, su encargado es la Sra. María Pullutasig y el alcance del subproceso es desde la llegada de los zapatos del área de montaje hasta acomodar en las perchas para su embarque final.


El proveedor principal de este sub proceso es el área de montaje que tiene como entradas el ingreso de los zapatos, el ingreso de los materiales para su utilización final que tiene como salida los zapatos arreglados y ordenados por series para su cliente final del subproceso que es el despacho.

De acuerdo al plan PHVA se planea arreglar la docena de turno y se procede al hacer en arreglar los zapatos de la mena con pasadores, plantillas y papel, después se acomoda para un correcto empaque, en verificar se revisa algún fallo, la serie requerida y al final la ubicación de los empaques de zapatos en las perchas finales para su despacho.

Consta de recursos humanos y físicos como son 3 trabajadores y varias herramientas como tijeras, cepillos y esferos que deben estar en buen estado para que los operarios realicen un buen trabajo en el producto final.

Su balance de masa para determinar los desperdicios en el área de montaje está en el **Anexo 15** de acuerdo a la materia prima que entra y con la que sale.

**Tabla 27** Caracterización del proceso de terminado grupo 2

CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO					
		Versión: 0.1	Página: 1 - 1	Código: C. SP.T.CC. E.0.2	
DOCUMENTO CONTROLADO					
Proceso:	Terminado, control de calidad y empaquetados				
Responsable:	María Pullutasig				
Objetivo:	Controlar la calidad y empaquetar los calzados pertenecientes al grupo 2				
Alcance:	Desde la verificación y conteo de los zapatos hasta el almacenamiento de producto terminado.				
Proveedor	Entradas	Planear	Hacer	Salidas	Cientes
Área de Montaje	Ingreso de zapatos en su cubeta respectiva	Ubicación del calzado	Ubicación de plantillas, pasadores	Zapatos completos listos para el terminado.	Bodega
	Plantillas, pasadores y zapatos		Corte de los complementos (forros y telas).	Zapatos con plantillas y pasadores	
	Trapo de limpieza y limpiador y papel para dar forma el zapato		Control de calidad del producto	Zapatos con su planta limpia	
	Fundas, marcas para números y zapatos numerados	Actuar	Verificar	Zapatos empaquetados	
	Cinta de embalaje, zapatos empaquetados	Empaquetado del producto	Verificación y conteo de los zapatos	Zapatos empaquetados con la cinta de embalaje	
		Almacenamiento de producto terminado			
RECURSO HUMANO			RECURSOS FÍSICOS		
RECURSO			RECURSO	CONDICIÓN	
3 operarios			Trapos de limpieza	Buena	
			Cepillo de calzado	Buena	
			Esferos	Buena	
			Limpiador	Buena	
INDICADORES					
NOMBRE	MÉTODO DE CÁLCULO	META	REGISTRO	RESPONSABLE	FRECUENCIA
ELABORÓ: Sergio Eugenio		REVISÓ: María Pullutasig		APROBÓ: Ing. Cristian Ortiz	

### Diagrama de procesos de producción para el grupo 2

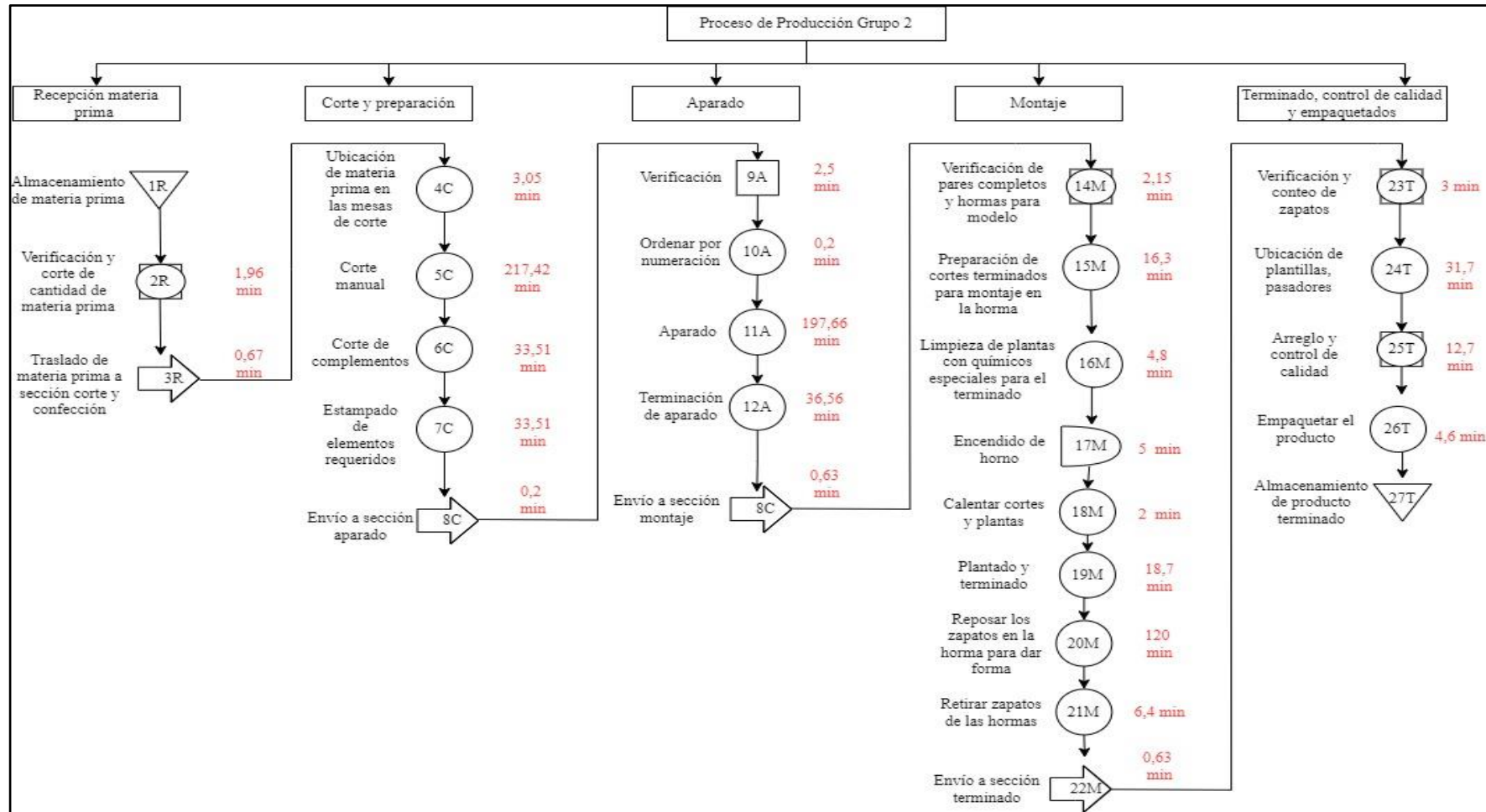
En la **Figura 8** se detalla el proceso de producción del grupo 2 por operaciones y el tiempo que le lleva tomar esa actividad, las actividades de cada área de trabajo se encolumnan una de otra en orden respectivo a su fabricación.

El diagrama de procesos ilustra las relaciones entre operaciones de la fabricación de calzado, en la que los símbolos varían de una actividad a otra de acuerdo a las

ejecuciones de las mismas en la producción. Para este grupo 2 de producción cuenta con cinco áreas que son, recepción de materia prima, corte y preparación, aparado, montaje, terminado, control de calidad y empackado.

Todas las áreas de producción cuentan con actividades específicas y en cada actividad representa un tiempo de ejecución, las actividades que mayor ejecución necesitan son la de corte manual que se ubica en el área de corte y preparación que necesita un tiempo de 217,42 minutos, otra actividad que necesita de un tiempo considerable es el aparado con un tiempo de 197,66 minutos y el de reposo de los zapatos en las hormas para que tomen su forma adecuada que está en el área de montaje y que representa un tiempo de 120 minutos.

A continuación, se presenta el diagrama de operación **Figura 8** en la que se aprecia los tiempos que se demora para cada actividad.



**Figura 8** Diagrama de proceso de producción grupo 2

## **Identificación de los desperdicios y actividades que no agregan valor**

Mediante la identificación de los procesos y subprocesos en la producción de calzado se realiza la caracterización de los subprocesos en el cual se identifica que en algunos subprocesos existen desperdicios con referencia a la materia prima desglosada en el **Anexo 16** de acuerdo a la cantidad que ingresa en cada subgrupo de modelos a elaborar detallados en la **Tabla 28** para el grupo 1 y en la **Tabla 29** para el grupo 2.

El balance de masas a realizar en cada área es de acuerdo a la materia prima que entra con respecto a la que sale, para esto se utiliza una balanza en la que se mide la materia prima a utilizar de lo que entra a lo que sale y lo sobrante se lo considera como desperdicio.

Estos desperdicios generan pérdidas para la empresa, lo que se trata de identificar en cada área de producción y por cada grupo de modelo de zapatos para la identificación de costos que los mismos generan detallando a continuación:

- **Grupo 1**

En el diagrama de operaciones **Figura 7** diseñado para conocer las actividades y los tiempos que se toma cada actividad en el proceso de fabricación, se identifica las actividades que generan cuellos de botella o tienen mayor tiempo de operación tales como:

- Corte manual.
- Aparado.
- Reposo de los zapatos en la horma para que tomen su forma.

Estas son actividades detalladas y estructuradas en la **Tabla 28** por cada proceso indicando el costo de desperdicio en cada área de producción de acuerdo con el balance de masas.

Al centrarnos en las actividades y/u operaciones que toman mayor tiempo de operación en todo el proceso siendo de 58,31 min en el proceso de corte manual, 38,25 min en el proceso de aparado y 90 min en reposar los zapatos

en la horma para que tome su forma, los identificamos para que al momento de producir el zapato llegue a esa actividad tenga la fluidez necesaria y no presente contratiempo más de lo esperado.

**Tabla 28** Desperdicios identificados en proceso de fabricación de calzado grupo 1

<b>Desperdicios identificados en el proceso de fabricación de calzado grupo 1.</b>			
<b>Proceso</b>	<b>Subproceso</b>	<b>Desperdicios</b>	<b>Costo De Desperdicio Por Docena (\$)</b>
Fabricación de calzado GRUPO 1	Almacenamiento materia prima	NOTA: En este subproceso la cantidad de materia prima que ingresa es la misma que sale por tal motivo no existe desperdicio alguno	0,00
	Corte y preparación	Malla Valery Cambrela Punto diamante	5,71
	Diseño	TPU Vinil	2,17
	Aparado	NOTA: En este subproceso la cantidad de materia prima que ingresa es la misma que sale por tal motivo no existe desperdicio alguno	0,00
	Montaje	Bolsa con cortes de zapatos. Cartón plantilla Material para Puntera y Talón Zuelas Limpiador 2-22 Pegamento blanco	1,60
	Terminado, control de calidad y empaquetados	NOTA: En este subproceso la cantidad de materia prima que ingresa es la misma que sale por tal motivo no existe desperdicio alguno	0,00
<b>TOTAL</b>			<b>9,48</b>

### **Análisis**

Para poder identificar los desperdicios en el proceso de fabricación de calzado tipo 1 se realiza un balance de masa por cada uno de los subprocesos para identificar la materia prima que ingresa y la materia prima que sale.

Mediante este análisis se identifica la materia prima en relación a su costo que representa, llegando así a determinar los que en el proceso de fabricación de calzado



tipo 1 existe desperdicios en materia prima, especialmente en las áreas de corte y preparación, diseño y montaje, el mismo que representa en costo un total de \$ 9,48 por docena de calzado fabricado.

- **Grupo 2**

En el diagrama de operaciones **Figura 8** diseñado para conocer los tiempos que se toma cada actividad se conoce que existen actividades que generan cuellos de botella o mucho tiempo en su ejecución tales como:

- Corte manual.
- Aparado.
- Reposo de los zapatos en la horma para que tomen su forma.

Las actividades que toman mayor tiempo de elaboración en todo el proceso son: 217,42 min en el corte manual, 197,66 min en aparado y 120 min en reposar los zapatos en la horma para que tomen su forma.

Las actividades detalladas y estructuradas en la **Tabla 29 y 30** por cada proceso indicando el costo de desperdicio en cada área de producción de acuerdo al balance de masas.

**Tabla 29** Desperdicios identificados en proceso de fabricación de calzado grupo 2

<b>Desperdicios identificados en el proceso de fabricación de calzado grupo 2.</b>			
<b>Proceso</b>	<b>Subproceso</b>	<b>Desperdicios</b>	<b>Costo De Desperdicio Por Docena (\$)</b>
Fabricación de calzado GRUPO 2	Almacenamiento materia prima	NOTA: En este subproceso la cantidad de materia prima que ingresa es la misma que sale por tal motivo no existe desperdicio alguno	0,00
	Corte y preparación	Cuerina Sporting Cuerina Vindela Cambrela Punto diamante	4,66
	Aparado	NOTA: En este subproceso la cantidad de materia prima que ingresa es la misma que sale por tal motivo no existe desperdicio alguno	0,00

**Tabla 30** Desperdicios identificados en proceso de fabricación de calzado grupo 2(continuación)

Fabricación de calzado  GRUPO 2	Montaje	Bolsa con cortes de zapatos. Cartón plantilla Material para Puntera y Talón Zuelas Limpiador 2-22 Pegamento blanco	0,97
	Terminado, control de calidad y empaquetados	NOTA: En este subproceso la cantidad de materia prima que ingresa es la misma que sale por tal motivo no existe desperdicio alguno	0,00
TOTAL			5,63

### **Análisis**

Para poder identificar los desperdicios en el proceso de fabricación de calzado tipo 2 se realizó un balance de masa por cada uno de los subprocesos para identificar la materia prima que ingresa y la materia prima que sale.

Mediante este análisis se tomó a la materia prima en relación con su costo que representa, llegando así a determinar que en el proceso de fabricación de calzado tipo 2 existe desperdicios en MP, el mismo que representa en costo un total de \$ 5,63 por docena de calzado fabricado.

### **3.7 Análisis de la demanda**

#### **Recolección de información:**

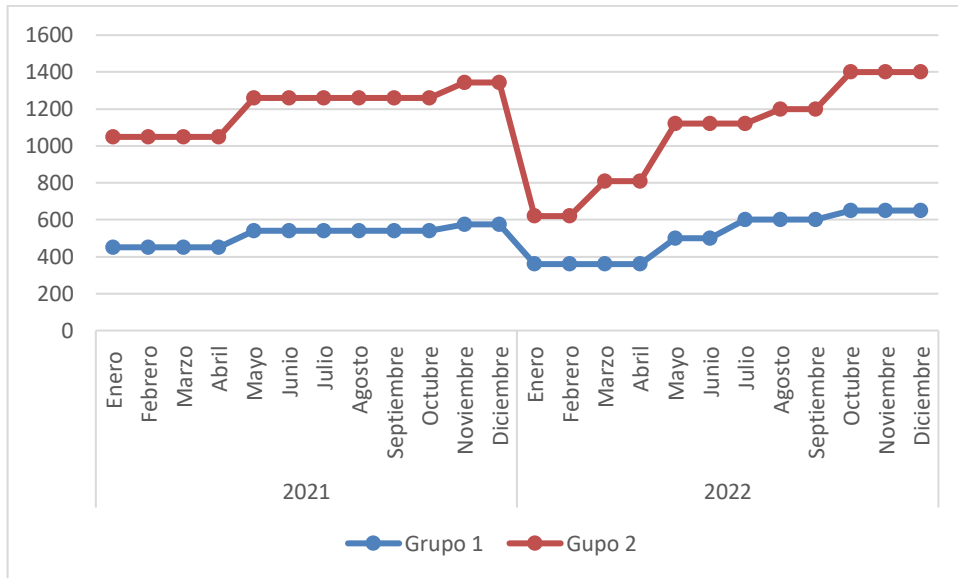
Se obtiene los datos al acceder a los archivos físicos proporcionados por la empresa de acuerdo a las carpetas del historial de producción para cancelar a los trabajadores de acuerdo con las órdenes de producción que cubren mismas que describen las ventas de los años 2021 y 2022 que a su vez se encuentran registradas en los libros de contabilidad de la empresa, así como los resúmenes de estas en el SRI, correspondiendo con los datos mostrados en la **Tabla 31**.

**Tabla 31** Histórico de la demanda

<b>Producción</b>				
	<b>Mes</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Gupo 2</b>	<b>Total</b>
<b>2021</b>	Enero	450	1050	1500
	Febrero	450	1050	1500
	Marzo	450	1050	1500
	Abril	450	1050	1500
	Mayo	540	1260	1800
	Junio	540	1260	1800
	Julio	540	1260	1800
	Agosto	540	1260	1800
	Septiembre	540	1260	1800
	Octubre	540	1260	1800
	Noviembre	576	1344	1920
	Diciembre	576	1344	1920
<b>2022</b>	Enero	360	620	980
	Febrero	360	620	980
	Marzo	360	810	1170
	Abril	360	810	1170
	Mayo	500	1120	1620
	Junio	500	1120	1620
	Julio	600	1120	1720
	Agosto	600	1200	1800
	Septiembre	600	1200	1800
	Octubre	650	1400	2050
	Noviembre	650	1400	2050
	Diciembre	650	1400	2050
	<b>TOTAL</b>	<b>12382</b>	<b>27268</b>	<b>39650</b>

**Análisis del comportamiento de la demanda en relación con el tiempo**

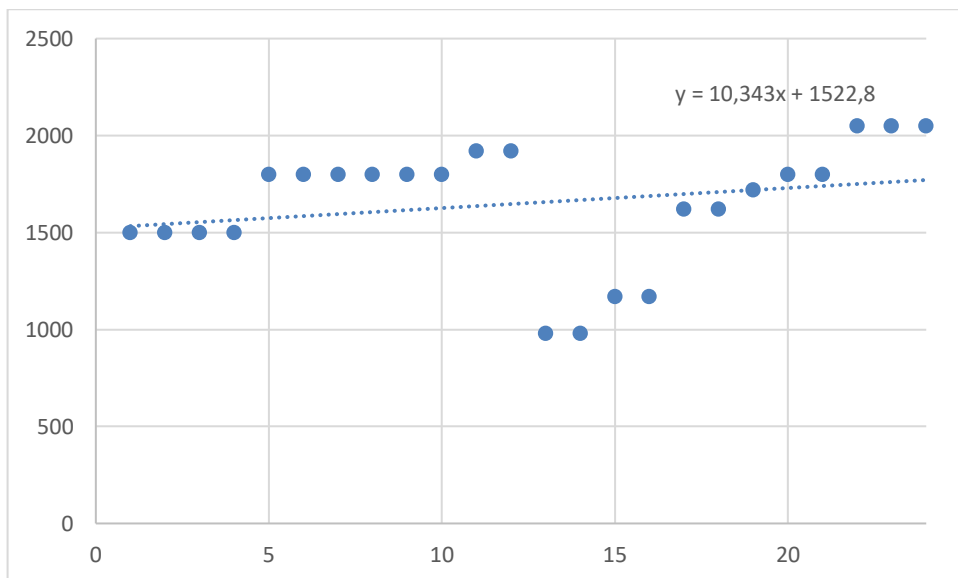
La **Figura 9** muestra el comportamiento de la demanda independiente de cada grupo de calzado que se fabrica, según los datos analizados se toma en cuenta un período de tiempo adecuado, descartando la producción del año 2020 ya que la misma tuvo un impacto negativo debido a la crisis sanitaria y provoca un sesgo negativo en el análisis, por lo que se toma únicamente el histórico de los dos últimos años bajo un nivel de producción estable y adecuado para la capacidad operativa en la empresa Calzado Stalin.



**Figura 9** Comportamiento de la demanda con relación al tiempo

### Validación para la aplicación de series de tiempo

Bajo los principios de pronósticos es posible considerar diferentes alternativas para su ejecución, sin embargo, las mismas deben ser validadas ya que las variables que intervienen deben justificar una relación entre ellas, es decir que la una provoca cambios en la otra, por tanto, se debe apreciar que para la aplicación de pronósticos de series de tiempo, el tiempo que transcurre provoca cambios o modificaciones en la magnitud de la demanda, lo que puede analizarse a través de la **Figura 10**.



**Figura 10** Comportamiento de la demanda con relación al tiempo

De acuerdo con los resultados mostrados bajo el diagrama de dispersión de la figura 10 se puede observar que existe una correlación positiva entre la demanda y el tiempo, misma que se justifica a través de la línea de tendencia mostrada y su ecuación con pendiente positiva, esto implica que mientras el tiempo transcurre, la demanda incrementa de manera progresiva, por tanto, las series de tiempo se consideran aplicables en el pronóstico de la demanda a efectuar.

### **3.8 Desarrollo de pronósticos**

#### **Selección de modelo a emplear**

El comportamiento de la demanda con respecto al tiempo y el horizonte de planeación, permiten la aplicación de diversos modelos de pronóstico basados en series de tiempo como son:

- Promedios móviles (simple)
- Regresión lineal
- Suavizamiento exponencial
- Suavizamiento exponencial con tendencia

De las opciones enlistadas la selección del modelo más adecuado se realizará tomando en cuenta las métricas de errores, seleccionado así el que tenga una mayor precisión y un menor sesgo con respecto a los datos reales que se proporcionan. No se han tomado en cuenta modelos que manejan estacionalidad como parte de sus componentes, dado que no se identifican períodos repetitivos de variación de la demanda para justificar la existencia de una variación estacional.

#### **Análisis para la selección del modelo de pronóstico a emplearse.**

##### **Promedios móviles (simple)**

Para este método se emplean los datos de producción totales de la empresa detallados en la **Tabla 31** identificados como la demanda de cada mes desde el año 2021 hasta el año 2022, calculando las métricas de error, lo que nos permite valorar la precisión y el sesgo de este modelo como se muestra en el **Anexo 7**, esto comprende una estrategia de análisis técnico en la que analiza la respuesta del

modelo en base a la producción pasada, en el mismo, el período de tiempo para media móvil es de 90 días (3 meses) debido a la variación del mercado y a las temporadas especiales en cada fecha del año por lo que sería la adecuada para una variación en precio y producción.

Para determinar el promedio móvil de producción se debe sumar la producción de la cual se pretende obtener el promedio móvil que es de los 3 meses luego se divide ese total por la cantidad de períodos que conforman su cálculo y su resultado será el promedio móvil, lo cual es detallado por la siguiente ecuación.

$$PM1 = \frac{P1 + P2 + P3 + \dots + Pn}{n}$$

Donde:

- $P = Promedio\ en\ período$
- $n = cantidad\ de\ periodos$

Los resultados de la valoración de los criterios de selección mostrados en el **Anexo 17**, detallan que la aplicación del modelo provoca un sesgo positivo de 19 unidades para el Grupo 1 y de 59 unidades para el Grupo 2, además de un error absoluto medio de 33 unidades para el Grupo 1 y de 150 unidades para el Grupo 2, lo que define que el mismo no sería la opción más adecuada en el manejo de los pronósticos para la demanda analizada.

### **Regresión lineal**

Es una técnica de modelado estadístico que nos permite describir una respuesta en la variable tiempo de acuerdo con una producción establecida por medio de la que se crea un modelo lineal con la ecuación de la recta mostrada a continuación.

$$Y = a + bx$$

Para lo cual “a” representa nuestra ordenada, “b” la pendiente, “x” la variable independiente, lo cual para el presente análisis sería el tiempo y “y” la variable dependiente o la demanda, su relación se define a través de las siguientes fórmulas.

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

Los resultados de la valoración de los criterios de selección mostrados en el **Anexo 18 y Anexo 19**, muestran que la aplicación del modelo no provoca sesgo dado que su valor es de 0, sin embargo, define un valor de 66 unidades como error absoluto medio para el Grupo 1 y de 167 unidades para el grupo 2, lo que establece que el mismo tampoco sería la opción más adecuada en el manejo de los pronósticos para la demanda analizada.

### **Suavizamiento exponencial simple**

Este método de pronóstico ha sido tomado en cuenta para valorarse debido a que establece una ponderación que reduce de forma progresiva con la antigüedad de los datos, proporcionando una priorización a los valores más recientes de la demanda, así, para fundamentar el modelo sus ecuaciones se muestran a continuación.

Componentes del modelo  $x_t = a + e_t$

Modelo del pronóstico  $\hat{x}_{t,t+1} = \alpha x_t + (1 - \alpha)\hat{x}_{t-1,t}; 0 \leq \alpha \leq 1$

Donde:

- $a =$  *coeficiente del nivel de la demanda*
- $e_t =$  *error con distribución independiente e idéntica y media de 0*
- $\hat{x}_{t,t+1} =$  *pronóstico para el período siguiente (t + 1)*
- $\alpha =$  *coeficiente de suavizamiento exponencial*
- $x_t =$  *valor real de la demanda en el período t*
- $\hat{x}_{t-1,t} =$  *valor del pronóstico del periodo anterior*

Una vez establecidos los fundamentos del modelo, y habiendo desarrollado la valoración de los criterios de selección mostrados en el **Anexo 20 y Anexo 21**, se define que la aplicación del modelo provoca un sesgo positivo 14 unidades para el Grupo 1 y de 24 unidades para el Grupo 2, además de un valor de 44 unidades como

error absoluto medio para el Grupo 1 y de 111 unidades para el Grupo 2, lo que define que el mismo sería una opción más adecuada en el manejo de los pronósticos para la demanda analizada, esta deberá contrastarse con los resultados obtenidos en el modelo de suavizamiento exponencial con tendencia y estacionalidad.

### **Suavizamiento exponencial con tendencia**

Para este método se detalla la producción **Tabla 31**, cuánto ha producido la empresa para satisfacer la demanda, es decir la cantidad de pares de calzado que se ha fabricado en cada mes durante los últimos dos años.

Este método de pronóstico ha sido tomado en cuenta para valorarse debido a que en adición a la ponderación que reduce progresivamente en el modelo de suavizamiento exponencial simple, se adiciona un componente para la adición de la tendencia con la que va cambiando en el transcurso del tiempo, por lo que para fundamentar el modelo sus ecuaciones se muestran a continuación.

Componentes del modelo  $x_t = a + b_t + e_t$

Modelo de pronóstico  $\hat{x}_{t,t+\tau} = \hat{a}_t + \tau \hat{b}_t$

$$\hat{a}_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)(\hat{a}_{t-1} + \hat{b}_{t-1})$$

$$\hat{b}_t = \beta(\hat{a}_t - \hat{a}_{t-1}) + (1 - \beta)\hat{b}_{t-1}$$

Donde:

- $a$  = *coeficiente del nivel de la demanda*
- $b_t$  = *coeficiente del valor de la tendencia*
- $e_t$  = *error con distribución independiente e idéntica y media de 0*
- $\hat{x}_{t,t+\tau}$  = *pronóstico para  $\tau$  períodos hacia el futuro*
- $\alpha$  = *coeficiente de suavizamiento exponencial*
- $\beta$  = *coeficiente de suavizamiento de la tendencia*
- $x_t$  = *valor real de la demanda en el período  $t$*
- $\hat{a}_t$  = *coeficiente del nivel del periodo actual*
- $\hat{b}_t$  = *coeficiente de tendencia del periodo actual*

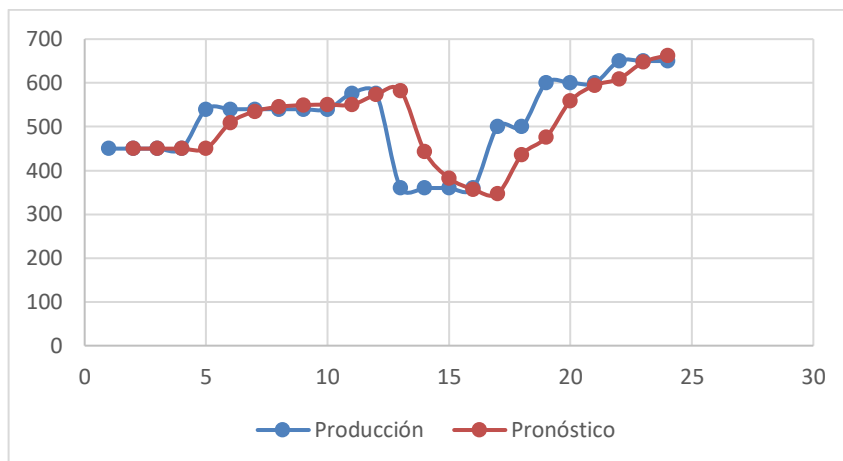


- $\hat{a}_{t-1}$  = coeficiente del nivel del periodo anterior
- $\hat{b}_{t-1}$  = coeficiente de tendencia del periodo anterior

**Tabla 32** Valoración de suavizamiento exponencial con tendencia G1

0,6	0,1	SUAV EXP CON TENDENCIA G1				
Mes	Producción	a^t	b^t	Pronóstico	error	error ABS
1	450	450	0			
2	450	450	0	450	0	0
3	450	450	0	450	0	0
4	450	450	0	450	0	0
5	540	504	5	450	90	90
6	540	528	7	509	31	31
7	540	538	8	535	5	5
8	540	542	7	546	-6	6
9	540	544	7	549	-9	9
10	540	544	6	550	-10	10
11	576	566	8	550	26	26
12	576	575	8	573	3	3
13	360	449	-6	583	-223	223
14	360	393	-11	443	-83	83
15	360	369	-12	383	-23	23
16	360	359	-12	357	3	3
17	500	439	-3	347	153	153
18	500	474	1	436	64	64
19	600	550	9	476	124	124
20	600	584	11	559	41	41
21	600	598	11	595	5	5
22	650	634	14	609	41	41
23	650	649	14	648	2	2
24	650	655	13	663	-13	13
					10	42
					ERROR MEDIO	ERROR ABS MEDIO

Los resultados de la valoración de los criterios de selección mostrados en la **Tabla 32**, permiten apreciar que la aplicación del modelo provoca un sesgo positivo menor que todos los modelos anteriores con una magnitud de 10 unidades, además de un valor de 42 unidades como error absoluto medio, siendo también el más bajo, lo que define que el mismo sería la opción más adecuada en el manejo de los pronósticos para la demanda analizada correspondiente al Grupo 1, lo cual se puede apreciar y justificar adecuadamente en la **Figura 11**.

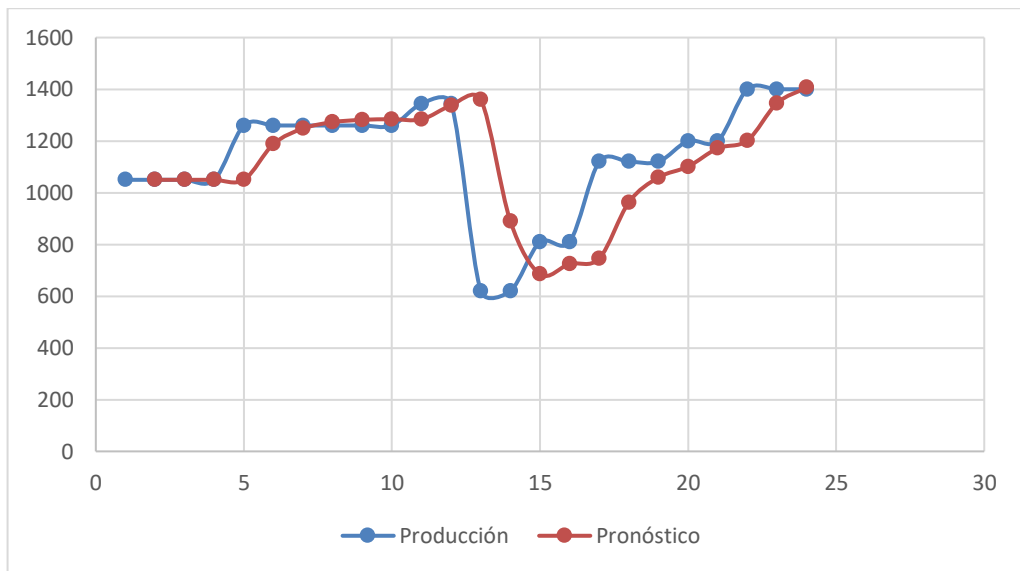


**Figura 11** Demanda vs. tiempo suavizamiento exponencial con tendencia

**Tabla 33** Valoración de suavizamiento exponencial con tendencia G2

<b>0,6</b>	<b>0,1</b>	<b>SUAV EXP CON TENDENCIA G2</b>				
<b>#Mes</b>	<b>Producción</b>	<b>a^t</b>	<b>b^t</b>	<b>Pronóstico</b>	<b>error</b>	<b>error ABS</b>
1	1050	1050	0			
2	1050	1050	0	1050	0	0
3	1050	1050	0	1050	0	0
4	1050	1050	0	1050	0	0
5	1260	1176	13	1050	210	210
6	1260	1231	17	1189	71	71
7	1260	1255	18	1248	12	12
8	1260	1265	17	1273	-13	13
9	1260	1269	15	1282	-22	22
10	1260	1270	14	1284	-24	24
11	1344	1320	18	1284	60	60
12	1344	1341	18	1338	6	6
13	620	916	-26	1359	-739	739
14	620	728	-42	889	-269	269
15	810	760	-35	685	125	125
16	810	776	-30	725	85	85
17	1120	970	-7	746	374	374
18	1120	1057	2	963	157	157
19	1120	1096	6	1059	61	61
20	1200	1160	12	1101	99	99
21	1200	1189	13	1172	28	28
22	1400	1321	25	1202	198	198
23	1400	1378	28	1346	54	54
24	1400	1403	28	1407	-7	7
					20	114
					<b>ERROR MEDIO</b>	<b>ERROR ABS MEDIO</b>

Los resultados de la valoración de los criterios de selección mostrados en la **Tabla 33**, permiten apreciar que la aplicación del modelo provoca un sesgo positivo con una magnitud de 20 unidades, además de un valor de 114 unidades como error absoluto medio, siendo también el más bajo, lo que define que el mismo sería la opción más adecuada en el manejo de los pronósticos para la demanda analizada correspondiente al Grupo 2, lo cual se puede apreciar y justificar adecuadamente en la **Figura 12**.



**Figura 12** Demanda vs. tiempo suavizamiento exponencial con tendencia

### Cálculo del pronóstico de la demanda aplicando el modelo seleccionado

Una vez que se ha seleccionado el modelo de suavizamiento exponencial con tendencia como el más adecuado a emplear para el cálculo de los pronósticos de la demanda analizada en los dos grupos, y recordando que la ecuación que rige la aplicación del modelo se describe por la fórmula:

$$\hat{x}_{t,t+\tau} = \hat{a}_t + \tau \hat{b}_t$$

Se procede a definir la demanda estimada para los doce meses siguientes, obteniendo así los resultados que se detallan en la **Tabla 34**, mismos pronósticos habrán de emplearse para la planificación de producción a realizarse.

**Tabla 34** Pronóstico de suavizamiento exponencial con tendencia

#Mes	Grupo 1			Grupo 2		
	a^t	b^t	Pronóstico	a^t	b^t	Pronóstico
25	655	13	668	1403	28	1431
26	655	26	682	1403	56	1459
27	655	40	695	1403	84	1486
28	655	53	708	1403	112	1514
29	655	66	721	1403	140	1542
30	655	79	735	1403	168	1570
31	655	93	748	1403	195	1598
32	655	106	761	1403	223	1626
33	655	119	774	1403	251	1654
34	655	132	788	1403	279	1682
35	655	146	801	1403	307	1710
36	655	159	814	1403	335	1738

### 3.9 Desarrollo del plan de producción

#### Definición de costos relevantes

Para llevar a cabo la formulación de las propuestas del plan de producción es necesario definir algunos costos relevantes asociados con las operaciones de fabricación de calzado que se llevan a cabo en la empresa, definiéndose de esta forma los siguientes:

- **Costos de tiempo regular de un trabajador**

Contienen la remuneración total que se cancela a los trabajadores implicados en la fabricación, en donde se consideran el sueldo, comisiones, bonos y beneficios de ley, por tanto los costos de tiempo regular de un trabajador podrán definirse bajo la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 TOTAL\ COSTO_{MANO\ DE\ OBRA} \\
 &= INGRESOS + BENEFICIOS\ SOCIALES \\
 &+ APORTE\ PATRONAL
 \end{aligned}$$

Estableciendo que los cálculos de los ingresos de mano de obra directa para los trabajadores detallados en la **Tabla 35**.

**Tabla 35.** Costos de tiempo regular de un trabajador

<b>COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA</b>						
INGRESOS DE EMPLEADOS				BENEFICIOS SOCIALES		INGRESO TOTAL
TRABAJADOR	SUELDO \$	FONDO RESER	VACACION	DÉCIMO TERCER SUELDO \$	DÉCIMO CUARTO SUELDO \$	
Operario producción	\$450,00	\$ 37,49	17,71	\$ 37,49	\$ 37,49	580,17

El valor que se ha calculado comprende el ingreso total medio de los trabajadores del área de producción, por lo que será tomado como el costo general por trabajador para los cálculos requeridos en la planificación.

- **Costos de Horas Extras**

Debido a que el valor del sueldo detallado por trabajador es de \$450,00 la empresa paga un valor de \$1,88 por cada hora normal, 2,81 por cada hora extra que se realice de lunes a viernes y en el caso de fines de semana o días festivos el pago por hora extra corresponde a un valor de \$3,75 aclarando que los cálculos se basan en el código de trabajo bajo la fundamentación legal del capítulo II.

- **Costos asociados con cambios en el índice de producción**

Bajo esta denominación entran en consideración costos que se generan al vincular o desvincular al personal a la empresa.

**Costos de contratación**

Estos son los costos que debe afrontar la empresa en el caso de que vincule a nuevo personal para que desarrolle sus actividades en la misma, dichos costos por tanto estarán asociados con los procesos que esto implica como por ejemplo el reclutamiento, la publicidad, la capacitación y entrega de insumos además de otras consideraciones, por este motivo en el **Anexo 22** se presentan las estimaciones correspondientes a este costo generando un valor de \$44,05 como referente de costo para cada trabajador contratado.

**Costos de despido**

Entre los costos de despido se consideran todos los requerimientos que se encuentran implicados en el proceso de la desvinculación de un trabajador de una entidad como son, tiempo para notificaciones de salida,

indemnizaciones por el cese de las operaciones y otras consideraciones, así en el **Anexo 22** se detallan los costos asociados con el despido del personal sumando un total de \$49,20.

### Costos Improductivos

Una producción no adecuada implica costos improductivos por diversos factores, ya sean estos por mano de obra, materia prima, maquinaria, energía y almacenamiento en inventario, a más son los costos en venta que no se puede realizar debido a esos faltantes.

Se calcula el costo improductivo **Tabla 36** en el desperdicio de materia prima en la elaboración de un par, de acuerdo con el balance de masas ejecutado por docena en cada área de producción:

**Tabla 36** Costo Improductivo global de desperdicio de materia prima

	\$ Docena G1	\$ Docena G2	\$ Unidad G1	\$ Unidad G2
<b>Corte y preparación</b>	\$ 5.71	\$ 4.66	\$ 0.48	\$ 0.39
<b>Diseño</b>	\$ 2.17		\$ 0.18	
<b>Aparado</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Montaje</b>	\$ 1.60	\$ 0.97	\$ 0.13	\$ 0.08
<b>Terminado</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>SUMATORIA</b>			\$ 0.79	\$ 0.47

### Costos de mantenimiento

Se tiene los costos de mantener inventario en el **Anexo 23** en el que se detallan los costos de producción para mantener inventario anualmente, sin embargo, determinamos el costo de mantener un par de zapatos en inventario por un mes, con la ayuda de la ecuación presentada a continuación:

$$CA = \frac{Q}{2} * T * P * I$$

Donde:

Q= cantidad de productos a considerar

T= tiempo de almacenamiento

P= precio unitario

I= Tasa de almacenamiento expresada en porcentaje de precio unitario

De acuerdo a la cantidad de producción y el almacenamiento que se genera es bajo con una tasa del 0.25 %, por lo tanto reflejamos los valores en la ecuación de costo de almacenamiento para obtener el valor de la misma.

$$CA = \frac{1}{2} * 30 * 8 * 0.0025$$

CA= \$ 0,3 mensual

El costo de almacenamiento de un par de zapatos en un mes es de \$ 0,3 que es el tiempo estimado aproximadamente cuando hay demanda en la producción para que la mercadería permanezca en inventario, lo cual se procede a remate si no sale el producto en ese tiempo para recuperar la inversión en materia prima únicamente.

### Costo de materia prima por unidad

La cantidad de material en existencia detallado en el **Anexo 16**, consta con la cantidad de material requerido para una docena en general, y que con la ayuda del levantamiento de procesos al analizar la cantidad de material que ingresa en cada subproceso de acuerdo al modelo requerido el precio unitario de materia prima se lo considera con las mediciones de material que entra para el balance de masas de cada subproceso en el área de producción detallada a continuación en la **Tabla 37**.

**Tabla 37** Precio Unitario de Material

	<b>PUM G1</b>	<b>PUM G2</b>
<b>Corte y preparación</b>	\$ 14.60	\$ 19.65
<b>Diseño</b>	\$ 7.00	
<b>Aparado</b>	\$ 1.74	\$ 1.74
<b>Montaje</b>	\$ 33.54	\$ 31.48
<b>Terminado</b>	\$ 9.74	\$ 11.74
<b>Precio por docena material</b>	\$ 66.62	\$ 64.61
<b>Precio Unitario Material</b>	\$ 5.55	\$ 5.38
<b>Precio de Comercialización</b>	\$8	\$9

### Horas de trabajo requeridas para fabricación de un par.

Mediante el diagrama de procesos se determinaron los tiempos que se requieren para la ejecución de operaciones en la elaboración del calzado por cada grupo de modelos, de acuerdo con ello se procede a sumar los tiempos de fabricación de cada subproceso y se presenta en la **Tabla 38** para su posterior aplicación.

**Tabla 38** Tiempo de fabricación un par

Subproceso	T G1 min	T G2 min
Recepción Materia prima	2.28	2.63
Corte y preparación	94.37	287.69
Diseño	115.64	
Aparado	69.98	237.55
Montaje	145.98	175.98
Terminado, control de calidad y empaquetado	40.3	52
Total tiempo min / docena	468.55	755.85
Total tiempo hora / docena	7.809166667	12.5975
Total tiempo hora / unidad	0.650763889	1.04979167

### Definición de días laborables por mes

Mediante la función de Excel *diaslab* es posible definir de manera directa el total de los días que estarán disponibles a laborarse en cada uno de los meses, en adición se consideran los días festivos locales y las vacaciones de los trabajadores, obteniendo de esta manera el detalle expuesto en la **Tabla 39**, datos que serán empleados para la planeación agregada.

**Tabla 39.** Días laborables por mes

mes	en	feb	mzo	abr	my	jun	jul	agt	sept	oct	nov	dic
Días laborables	21	18	23	19	21	22	21	22	21	21	20	11



## Requerimientos de producción

Dado que los modelos de pronóstico fueron previamente analizados y se aplicó el más adecuado para pronosticar la demanda de los meses a planificar, los requerimientos de producción para los modelos del Grupo 1 y Grupo 2 se establecen como se muestra en la **Tabla 40**.

**Tabla 40.** Producción requerida por mes

	#Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Grupo 1	Prod Req	668	682	695	708	721	735	748	761	774	788	801	814
Grupo 2	Prod Req	1431	1459	1486	1514	1542	1570	1598	1626	1654	1682	1710	1738

## Aplicación de las metodologías heurísticas

Las metodologías heurísticas aplicadas en la planeación agregada son herramientas de mucho potencial, ya que las mismas permiten la optimización de costos en el proceso de producción a través de la modificación de los factores que en estos habrían de inferir y debido a que varios de ellos lo hacen de forma independiente, resulta factible proponer diferentes combinaciones que den como resultado alternativas a emplearse como políticas de producción que pueden compararse previamente a su selección.

Una vez que se establece la selección de la metodología, su implementación establece beneficios para la empresa en aspectos económicos dado que la mismas puede dar lugar a la reducción de costos de inventario, costos de instalación; así como solventar problemas relacionados con la sobreproducción o el desabastecimiento del producto para satisfacer la demanda.

Luego de la observación, análisis del estado actual de la empresa, el período de planeación y la validación de los factores que pueden modificarse para la optimización de costos, se define que los métodos más adecuados a aplicarse en la empresa son:

Heurísticas simples para modelos de planeación agregada de horizonte fijo

- Producción exacta con Fuerza de trabajo variable
- Fuerza de trabajo constante con tiempo extra y tiempos improductivos

- Fuerza de trabajo constante con tiempo extra y recargo
- Fuerza de trabajo constante, tiempo improductivo y servicio agotado

Los datos detallados y justificados en las secciones previas se han incluido con la finalidad de hacer factibles todos los cálculos requeridos en el desarrollo de cada una de las propuestas enlistadas previamente. Una vez que se detallan estas consideraciones, se procede al desarrollo de cada una de las propuestas.

## **Planes agregados de producción**

### **Modelo 1: Producción exacta con fuerza de trabajo variable**

Es también identificada bajo la denominación de estrategia de persecución y se maneja bajo el principio de ajustar la fuerza de trabajo de acuerdo con los requerimientos de la demanda bajo el contrato o despido de trabajadores a tiempo completo que están vinculados con la empresa.

La utilización de una fuerza de trabajo exacta como la descrita, da lugar a la obtención de beneficios al evitar la acumulación de inventario, por lo que los mismos no habrían de influir en los costos de mantenimiento y a la vez se habrá de cumplir con la demanda en el tiempo para el que la planificación se realiza.

De esta forma el primer requerimiento para comenzar con el planteamiento del modelo está en definir las horas de producción que son requeridas para la fabricación del total de unidades requeridas por mes, lo cual se define a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Horas de producción requeridas } G1_{\text{enero}} = 668 \text{ par} \times \frac{0,65 \text{ h}}{\text{par}} = 434,37 \text{ h}$$

$$\text{Horas de producción requeridas } G2_{\text{enero}} = 1431 \text{ par} \times \frac{1,05 \text{ h}}{\text{par}} = 1502,26 \text{ h}$$

$$\text{Horas de producción total }_{\text{enero}} = 434,37\text{h} + 1502,26\text{h} = 1936,93\text{h}$$

El procedimiento que se ha detallado se aplica para todos los meses, obteniendo el total de horas requerido para cumplir con la producción de cada uno, valores que se emplean en la planificación descrita en la **Tabla 41**.

Además, se establece el número de horas al mes por trabajador mediante el producto de los días hábiles en el mes y las 8 horas que conforman la jornada, definiendo el resultado de la siguiente manera:

$$\text{Horas trabajador}_{\text{enero}} = 21 \text{ dias} \times 8 \text{ horas} = 168 \text{ horas mes/ trabaj}$$

Por lo que, para definir el total de cada mes, se replica el proceso con los datos de cada uno de los meses, lo cual es detallado en la **Tabla 40**.

Para definir el número de trabajadores que se requiere, se establece una relación entre las horas de producción requeridas y las horas que se dispone por cada trabajador definiendo lo siguiente:

$$\text{Trabajadores}_{\text{enero}} = \frac{\text{horas de producción requeridas}}{\text{horas al mes por trabajador}} = \frac{1936,93}{168} = 11,5 \approx 12$$

Así se determina el número total de trabajadores que se requieren en cada mes, criterio a través del cual se definen los contratos y despidos de trabajadores involucrados, para lo cual se deben tener en cuenta los costos definidos previamente cada vez que se integra o se desvincula a un trabajador de la empresa, además es necesario precisar que en la actualidad se dispone de un total de 8 trabajadores en la misma y dicho dato será empleado como el punto de partida para comenzar con la modificación de la cantidad del personal en caso de que la misma se requiera.

Para complementar el análisis de costos que se han implicado, debe también considerarse el costo por materia prima usada en cada mes, para lo cual se multiplica el valor o costo independiente de la materia prima empleada en cada unidad, o par de zapatos, por el total de unidades a producir, así en la **Tabla 40** se detallan estos costos unificados para realizar una valoración mucho mas objetiva de los requerimientos.

Una vez que se han unificado los costos correspondientes al primer plan agregado se ha determinado que el requerimiento total de los costos implicados en el mismo es igual a \$247.655,00 valor que deberá contrastarse con las demás propuestas para seleccionar la más adecuada.

**Tabla 41.** Propuesta de producción exacta con fuerza de trabajo variable

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Requerimientos de producción G1	668	682	695	708	721	735	748	761	774	788	801	814	
Requerimientos de producción G2	1431	1459	1486	1514	1542	1570	1598	1626	1654	1682	1710	1738	
Días hábiles por mes	21	18	23	19	21	22	21	22	21	21	20	11	
Horas de producción requeridas G1 (requerimiento de producción × h/unid)	434,7344	443,3	451,75	460,2	468,65	477,75	486,2	494,65	503,1	512,2	520,65	529,1	
Horas de producción requeridas G2 (requerimiento de producción × h/unid)	1502,26	1531,95	1560,30	1589,70	1619,10	1648,50	1677,90	1707,30	1736,70	1766,10	1795,50	1824,90	
Total, de horas de producción requeridas	1937,00	1975,25	2012,05	2049,90	2087,75	2126,25	2164,10	2201,95	2239,80	2278,30	2316,15	2354,00	
Horas al mes por trabajador (días hábiles × 8 h/día)	168	144	184	152	168	176	168	176	168	168	160	88	
Trabajadores requeridos (horas de producción requeridas/ horas al mes por trabajador)	12	14	11	14	13	13	13	13	14	14	15	27	<b>TOTALES</b>
Trabajadores contratados	4	2	0	3	0	0	0	0	1	0	1	12	23
Trabajadores despedidos	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
Costo de contratación	\$176,20	\$88,10	\$0,00	\$132,15	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$44,05	\$0,00	\$44,05	\$528,60	\$1.013,15
Costo de despido	\$0,00	\$0,00	\$147,60	\$0,00	\$49,20	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$196,80
Costo trabajadores tiempo normal (Número de Trabajadores x remuneración)	\$6.576,00	\$7.672,00	\$6.028,00	\$7.672,00	\$7.124,00	\$7.124,00	\$7.124,00	\$7.124,00	\$7.672,00	\$7.672,00	\$8.220,00	\$14.796,00	\$94.804,00
Costo materia prima G1 (costo de materia prima G1*requerimiento de producción)	\$3.707,40	\$3.785,10	\$3.857,25	\$3.929,40	\$4.001,55	\$4.079,25	\$4.151,40	\$4.223,55	\$4.295,70	\$4.373,40	\$4.445,55	\$4.517,70	\$49.367,25
Costo materia prima G2 (costo de materia prima G1*requerimiento de producción)	\$7.698,78	\$7.849,42	\$7.994,68	\$8.145,32	\$8.295,96	\$8.446,60	\$8.597,24	\$8.747,88	\$8.898,52	\$9.049,16	\$9.199,80	\$9.350,44	\$102.273,80
Costo total por mes	\$18.158,38	\$19.394,62	\$18.027,53	\$19.878,87	\$19.470,71	\$19.649,85	\$19.872,64	\$20.095,43	\$20.910,27	\$21.094,56	\$21.909,40	\$29.192,74	<b>\$247.655,00</b>

## **Modelo 2: Fuerza de trabajo constante con tiempo extra y tiempos improductivos**

Este modelo tiene como estrategia de nivelación en la que se define un número de trabajadores para cumplir con requerimientos específicos durante el período en el que se planea la producción por lo que habrá inventarios y faltantes de los cuales deberán tenerse en cuenta los costos.

Dado que existe un horizonte de planeación de 12 meses, en los meses que la demanda haya de incrementar se recurre al trabajo con horas extras, mismas que de acuerdo con las definiciones previas se establecieron en un valor de \$1,88 en el caso de las horas en general, \$2,81 para horas extras entre semana y de \$3,54 en el caso de tratarse de días festivos o fines de semana y tomando en cuenta que cada trabajador gana por defecto un valor de \$580,17.

Por otra parte se debe tomar en cuenta que de acuerdo a la legislación laboral el total de horas extra que realiza cada trabajador no debe superar las 4 en un día, 12 por semana y 48 por mes.

Para comenzar con el cálculo se requiere determinar el número de trabajadores, para el proceso de producción de calzado por lo que se toma en cuenta la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \#Trabajadores \\ = \frac{\text{Requerimiento de la producción} \times \text{Horas de trabajo requeridas}}{\text{Días laborables} \times \text{Horas jornada}} \end{aligned}$$

De esta forma y a manera de referencia se agregan los cálculos correspondientes al número de trabajadores, tomando en cuenta los valores iniciales de la demanda por cada línea de producto analizada y un tiempo laborable de 21 días como media de todos los meses, esto lo muestran las ecuaciones expuestas a continuación.

$$\begin{aligned} \#Trabajadores G1 &= \frac{668 \text{ unidades} \times 0,6508 \text{ hora trab/unidad}}{21 \text{ dias} \times \frac{8h}{\text{dia}}} \\ &= 2,58 \text{ trabajadores} \approx 3 \text{ trabajadores} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \#Trabajadores G2 &= \frac{1431 \text{ unidades} \times 1,0498 \frac{\text{horatrab}}{\text{unidad}}}{21 \text{ dias} \times \frac{8h}{\text{dia}}} \\ &= 8,94 \text{ trabajadores} \approx 9 \text{ trabajadores} \end{aligned}$$

Bajo las consideraciones iniciales entonces se puede definir una tasa adecuada de 12 trabajadores como una fuerza laboral constante.

Una vez que se cuenta con los trabajadores se procede a establecer el total de las horas de producción disponibles

$$\text{Horas producción disponibles} = \text{días hábiles}_{\text{mes}} \times 8 \text{ h/día} \times N \text{ trabajadores}$$

Por lo que las horas de producción disponibles al mes se definen como se muestra a continuación, tomando como referencia el Grupo 1.

$$\text{Horas producción disponibles } G1_{\text{enero}} = 21 \text{ dias} \times 8 \frac{h}{\text{día}} \times 3 \text{ trabajadores} = 504 \text{ horas}$$

Se determina a su vez el tiempo necesario para la fabricación de cada grupo de calzado, lo que se define como producción de jornada regular y se determina bajo la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Producción jornada regular } G1_{\text{enero}} & \\ &= \text{horas de producción disponibles/horas requeridas por unidad} \\ &= 504 \text{ horas} / 0,6508 \text{ horas/unidad} = 775 \text{ unidades} \end{aligned}$$

Una vez que se dispone de la producción bajo la jornada regular, se debe determinar la diferencia entre la producción de la misma y los requerimientos de producción, así se establecen los requerimientos para tiempo extra en caso del resultado ser negativo, en caso de ser un resultado positivo, el mismo se habrá de considerar como tiempo improductivo, esto se determina como se detalla a continuación:

$$\text{Unidades disponibles jornada regular } G1_{\text{enero}} = 775 - 668 = 107$$

El valor determinado pasa a considerarse un tiempo improductivo y la definición de su costo se puede realizar bajo el siguiente esquema:

$$\text{Tiempo improductivo } G1_{\text{enero}} = 107 \text{ unidades} \times 0,6508 \frac{h}{\text{unidad}} = 69,63 \text{ horas}$$

$$\text{Costo tiempo improductivo } G1_{\text{enero}} = 69,6356 \text{ horas} \times 1,88 \frac{\$}{\text{hora}} = \$130,91$$

Si el valor que se determina es negativo y considera la adición de horas extras, el costo de estas pasará a determinarse como se muestra a continuación.

$$\text{Costo del tiempo extra } G1_{\text{mes}} = x \text{ unid req} \times 0,6508 \text{ h/unidad} \times \$ 2,82 /h = \$$$

Los costos por la mano de obra se calculan para cada uno de los grupos y finalmente se adicionan en un costo total, la planificación mostrada en la **Tabla 42** resume todas las operaciones que se han descrito en este procedimiento.

Habiendo culminado con la planificación correspondiente, se ha podido determinar que bajo una propuesta con fuerza de trabajo constante con tiempo extra y tiempo improductivos el valor total requerido para llevar a cabo las operaciones de producción asciende a un total de \$212.636,71 siendo este valor incluso inferior al de la primera propuesta.

**Tabla 42.** Propuesta de producción con fuerza de trabajo constante, tiempo extra y tiempos improductivos

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Requerimientos de producción G1	668	682	695	708	721	735	748	761	774	788	801	814	
Requerimientos de producción G2	1431	1459	1486	1514	1542	1570	1598	1626	1654	1682	1710	1738	
Días hábiles por mes	21	18	23	19	21	22	21	22	21	21	20	11	
Número de trabajadores	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Horas de producción disponibles G1 (días hábiles × 8 h/ día × 3 trabajadores)	504,00	432,00	552,00	456,00	504,00	528,00	504,00	528,00	504,00	504,00	480,00	264,00	
Horas de producción disponibles G2 (días hábiles × 8 h/ día × 9 trabajadores)	1512	1672	1936	1760	1760	1936	1848	1936	1936	1760	1936	1848	
Total, de horas de producción	2.016,00	2.104,00	2.488,00	2.216,00	2.264,00	2.464,00	2.352,00	2.464,00	2.440,00	2.264,00	2.416,00	2.112,00	
Producción de jornada regular G1 (horas de producción disponibles/ h por unidad)	774	664	848	701	774	811	774	811	774	774	738	406	
Producción de jornada regular G2 (horas de producción disponibles/ h por unidad)	1440	1593	1844	1677	1677	1844	1760	1844	1844	1677	1844	1760	
Producción de jornada regular	2215	2256	2692	2377	2451	2655	2535	2655	2619	2451	2582	2166	
Unidades disponibles antes del tiempo extra G1 ( producción de jornada regular– requerimientos de producción).	106	-18	153	-7	53	76	26	50	0	-14	-63	-408	
Unidades disponibles antes del tiempo extra G2 ( producción de jornada regular – requerimientos de producción).	9	134	358	163	135	274	162	218	190	-5	134	22	
Unidades a tiempo extra-G1	0	18	0	7	0	0	0	0	0	14	63	408	
Unidades a tiempo extra-G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	
Unidades de Tiempo Improductivo G1	106	0	153	0	53	76	26	50	0	0	0	0	
Unidades de Tiempo Improductivo G2	9	134	358	163	135	274	162	218	190	0	134	22	TOTALES



Costo del tiempo extra G1 ( unidades a tiempo extra × 0,6508 h/unidad × 2,82 dólares/h)	\$0,00	\$33,40	\$0,00	\$13,44	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$24,90	\$116,44	\$749,42	\$937,61
Costo del tiempo extra G2 ( unidades a tiempo extra × 1,0498 h/unidad × 2,82 dólares/h)	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$16,25	\$0,00	\$0,00	\$16,25
Costo Tiempo Improductivo G1	\$130,22	\$0,00	\$187,42	\$0,00	\$65,37	\$93,36	\$32,34	\$61,55	\$0,53	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$570,80
Costo Tiempo Improductivo G2	\$18,30	\$263,84	\$706,87	\$320,73	\$265,47	\$541,09	\$320,39	\$430,57	\$375,31	\$0,00	\$264,78	\$44,08	\$3.551,44
Costo Mano de obra	\$6.576,00	\$6.576,00	\$6.576,00	\$6.576,00	\$6.576,00	\$6.576,00	\$6.576,00	\$6.576,00	\$6.576,00	\$6.576,00	\$6.576,00	\$6.576,00	\$78.912,00
Costo materia Prima G1	3707,4	\$1.125,60	\$1.766,20	\$1.607,80	\$2.467,70	\$2.209,00	\$1.877,40	\$2.556,80	\$2.261,50	\$1.628,60	\$2.343,30	\$2.823,50	\$26.374,80
Costo materia Prima G2	\$7.698,78	\$7.849,42	\$7.994,68	\$8.145,32	\$8.295,96	\$8.446,60	\$8.597,24	\$8.747,88	\$8.898,52	\$9.049,16	\$9.199,80	\$9.350,44	\$102.273,80
<b>Total Costo por mes</b>	<b>\$18.130,70</b>	<b>\$15.848,27</b>	<b>\$17.231,18</b>	<b>\$16.663,29</b>	<b>\$17.670,51</b>	<b>\$17.866,05</b>	<b>\$17.403,37</b>	<b>\$18.372,80</b>	<b>\$18.111,85</b>	<b>\$17.294,92</b>	<b>\$18.500,32</b>	<b>\$19.543,44</b>	<b>\$212.636,71</b>

### **Modelo 3: Fuerza de trabajo constante con horas extras con recargo del 50% y 100%**

Este modelo es adecuado para las empresas que tiene su enfoque en las horas disponibles en la jornada laboral normal de los trabajadores además de considerar el tiempo extra en sus dos posibilidades, con el 50% y 100% de recargo, por este motivo se maneja un numero constante de trabajadores lo largo de todos los meses.

De acuerdo con el plan previo, un número adecuado de trabajadores a emplear de forma equilibrada fue de 12, sin embargo, en este modelo se asumirá el total de 11 para reducir los costos de contratación que se implican en el primer ciclo de operaciones ya que en el mes previo se cuenta solamente con 8 operarios, de esta forma, se generan menos pérdidas por tiempos improductivos y debe controlarse la cantidad de faltantes para producirse en tiempo extra.

En el presente caso se realiza el cálculo de un total de horas de producción requeridas, dado que estas serán las mismas del primer plan que se ha desarrollado, no existe problema con definir las de la misma manera para cada mes.

$$\text{Horas de producción total}_{\text{enero}} = 434,37h + 1502,26h = 1936,93h$$

Al contar con un total de 10 trabajadores, la definición de horas en cuanto a la jornada regular se realiza de la misma manera que el plan anterior, pero tomando en cuenta al total de los trabajadores implicados.

$$\text{Horas producción disponibles} = \text{días hábiles}_{\text{mes}} \times 8 \text{ h/día} \times N \text{ trabajadores}$$

$$\text{Horas producción disponibles}_{\text{enero}} = 21 \text{ días} \times 8 \frac{\text{h}}{\text{día}} \times 10 \text{ trab} = 1680 \text{ horas}$$

El mismo procedimiento es replicado para cada uno de los meses, por otra parte se determina la diferencia presente entre las horas disponibles para producción y las requeridas, lo que permite obtener el valor de las horas con recargo, siempre y cuando este sea positivo, de no ser así se considera dentro del tiempo regular, esto se analiza con la siguiente ecuación.

$$\text{Horas fuera de tiempo regular}_{\text{enero}} = 1680 - 1937 = -257 \text{ horas}$$

El resultado con valor negativo denota que el total de 10 trabajadores no es suficiente bajo una jornada regular, por lo que las 257 horas deben ser distribuidas como horas con el recargo del 50%, para cuantificar el total de las horas con dicho recargo disponibles en el mes se puede aplicar la siguiente ecuación.

$$\begin{aligned} & \text{Hora Extra disponibles}_{\text{enero}} \text{ (50\% recargo)} \\ & = 48 \text{ horas al mes} \times 11 \text{ trabajadores} = 528 \text{ horas} \end{aligned}$$

De esta forma se determinan los totales de horas extras disponibles, el análisis de si las mismas tienen un recargo de 50% o de 100% deberán manejarse de forma independiente de acuerdo con la condición en que las mismas sean empleadas

De acuerdo con lo expuesto, los costos de mano de obra habrán de tomar en cuenta el total mensual que se cancela a los trabajadores, mismo que corresponde a \$548 y sobre este habrán de agregarse los costos por horas extras requeridas, tomando en cuenta el valor de \$2,82 para las horas que se realizan entre semana mientras sea factible, y de \$3,75 para las que requieran de realizarse en fin de semana, el costo asociado con la materia prima habrá de manejar consideraciones equivalentes a la de los planes previos.

En la **Tabla 43** se resume el cálculo de los costos descritos, mismos que al combinarse bajo la política descrita previamente dan lugar a la obtención de un costo total igual a \$237.379,36 el mismo que resulta inferior al primer plan que maneja la fuerza de trabajo variable pero que supera al segundo basado en la fuerza constante con tiempo extra y tiempos improductivos.

**Tabla 43.** Propuesta de producción con fuerza de trabajo constante, y horas extras con recargos de 50% y 100%

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Requerimiento de producción G1	668	682	695	708	721	735	748	761	774	788	801	814	
Requerimiento de producción G2	1431	1459	1486	1514	1542	1570	1598	1626	1654	1682	1710	1738	
Días hábiles por mes	21	18	23	19	21	22	21	22	21	21	20	11	
Horas de producción requeridas G1 (requerimiento de producción × h/unid)	434,73	443,85	452,31	460,77	469,23	478,34	486,80	495,26	503,72	512,83	521,29	529,75	
Horas de producción requeridas G2 (requerimiento de producción × h/unid)	1502,26	1531,66	1560,00	1589,40	1618,79	1648,19	1677,58	1706,97	1736,37	1765,76	1795,16	1824,55	
Total Horas de producción requeridas	1937,00	1975,50	2012,31	2050,16	2088,02	2126,52	2164,38	2202,23	2240,09	2278,59	2316,45	2354,30	
Horas en tiempo regular disponibles	1680	1440	1840	1520	1680	1760	1680	1760	1680	1680	1600	880	
Hora Extra disponibles con 50% recargo (10 trab*48h/mes)	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	
Horas fuera de tiempo regular	257	536	172	530	408	367	484	442	560	599	716	1474	
Horas extras con 50% recargo empleadas	257	480	172	480	408	367	480	442	480	480	480	480	
Horas extras con 100% de recargo empleadas	0	56	0	50	0	0	4	0	80	119	236	994	TOTALES
Costo mano de obra 10 trabajadores	\$5.480,00	\$5.480,00	\$5.480,00	\$5.480,00	\$5.480,00	\$5.480,00	\$5.480,00	\$5.480,00	\$5.480,00	\$5.480,00	\$5.480,00	\$5.480,00	\$65.760,00
Costo por contratación	\$88,10	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$88,10
Costo por Horas extra (50% Recargo)	\$724,73	\$1.353,60	\$485,91	\$1.353,60	\$1.150,61	\$1.033,60	\$1.353,60	\$1.247,10	\$1.353,60	\$1.353,60	\$1.353,60	\$1.353,60	\$14.117,15
Costo por Horas extra (100% Recargo)	\$0,00	\$208,14	\$0,00	\$188,11	\$0,00	\$0,00	\$16,42	\$0,00	\$300,33	\$444,73	\$886,68	\$3.728,64	\$5.773,05
Costo materia Prima G1	\$3.707,40	\$3.785,10	\$3.857,25	\$3.929,40	\$4.001,55	\$4.079,25	\$4.151,40	\$4.223,55	\$4.295,70	\$4.373,40	\$4.445,55	\$4.517,70	\$49.367,25
Costo materia Prima G2	\$7.698,78	\$7.849,42	\$7.994,68	\$8.145,32	\$8.295,96	\$8.446,60	\$8.597,24	\$8.747,88	\$8.898,52	\$9.049,16	\$9.199,80	\$9.350,44	\$102.273,80
Costo total mes	17.699,01	18.676,26	17.817,84	19.096,43	18.928,12	19.039,45	19.598,66	19.698,53	20.328,15	20.700,89	21.365,63	24.430,38	<b>\$237.379,36</b>

#### **Modelo 4: Fuerza de trabajo constante, mantenimiento de inventarios y pérdidas por faltantes.**

Una alternativa muy frecuente de aplicarse comprende el abastecimiento de una demanda promedio, es decir no se enfoca en cubrir la misma en totalidad si no de mantener una fuerza de trabajo que permita cubrir gran parte de ésta y asumir los costos que hayan de generarse por excedentes o faltantes, mismos que se suman al plan y permiten valorar esta opción desde una perspectiva mucho más objetiva.

La fuerza laboral que para este caso resulta adecuada se puede determinar a través de los requerimientos de producción total, el tiempo necesario empleado en la fabricación de cada unidad y el tiempo de trabajo total que un operario habría de trabajar a lo largo del mes, bajo la relación que a continuación se expone:

*Numero de trabajadores G1*

$$\begin{aligned} &= (8895 \text{ unidades} \times 0,6508 \text{ horas por unidad}) \\ &\div (240 \text{ días} \times 8 \text{ horas al día}) = 3 \text{ trabajadores} \end{aligned}$$

*Numero de trabajadores G2*

$$\begin{aligned} &= (19010 \text{ unidades} \times 1,0498 \text{ horas por unidad}) \\ &\div (240 \text{ días} \times 8 \text{ horas al día}) = 11 \text{ trabajadores} \end{aligned}$$

Habiendo aplicado los cálculos se estima que el requerimiento comprende un total de 14 trabajadores, los mismos que habrán de asumirse como un recurso constante durante todo el período de planeación.

Para las condiciones en las que exista sobreproducción se habrán de tomar en cuenta los costos por mantenimiento en donde por consideraciones de los materiales y los recursos empleados, se definen en un monto de \$1.09/unidad al mes en el caso del Grupo 1 y un valor de \$0.77/unidad al mes para los ítems del Grupo 2, esto justificado de acuerdo con las valoraciones que previamente se han realizado.

En el caso de que existan productos faltantes o desabastecidos dentro de las condiciones de análisis descritas, los mismos serán valorados como la pérdida de utilidad de venta por unidad, siendo así el valor consignado al Grupo 1 un total de \$2,45 y al Grupo 2 un valor de \$3,62 en base a los datos de la **Tabla 37**.

**Tabla 44.** Propuesta de producción con fuerza de trabajo constante, mantenimiento de inventarios y pérdidas por faltantes

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Requerimientos de producción G1	668	682	695	708	721	735	748	761	774	788	801	814	
Requerimientos de producción G2	1431	1459	1486	1514	1542	1570	1598	1626	1654	1682	1710	1738	
Días hábiles por mes	21	18	23	19	21	22	21	22	21	21	20	11	
Número de trabajadores	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
Horas de producción disponibles G1 (días hábiles × 8 h/ día × 3 trabajadores)	504	432	552	456	504	528	504	528	504	504	480	264	
Horas de producción disponibles G2 (días hábiles × 8 h/ día × 11 trabajadores)	1.848	1.584	2.024	1.672	1.848	1.936	1.848	1.936	1.848	1.848	1.760	968	
Total de horas de producción disponibles (Horas normales)	2.352	2.016	2.576	2.128	2.352	2.464	2.352	2.464	2.352	2.352	2.240	1.232	
Producción de jornada regular G1 (horas de producción disponibles/ h por unidad)	774	664	848	701	774	811	774	811	774	774	738	406	
Producción de jornada regular G2 (horas de producción disponibles/ h por unidad)	1.760	1.509	1.928	1.593	1.760	1.844	1.760	1.844	1.760	1.760	1.677	922	
Unidades faltantes G1 (Producción de jornada regular - requerimientos de producción <0)	0	18	0	7	0	0	0	0	0	14	63	408	
Unidades faltantes G2 (Producción de jornada regular - requerimientos de producción <0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	816	
Unidades inventario G1 (Producción de jornada regular - requerimientos de producción >0)	106	0	153	0	53	76	26	50	0	0	0	0	
Unidades inventario G2 (Producción de jornada regular -	329	50	442	79	218	274	162	218	106	78	0	0	TOTALES

requerimientos de producción >0)													
Costos por contratación	\$264,30	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$264,30
Costos mano de obra 14 trabajadores	\$7.672,00	\$7.672,00	\$7.672,00	\$7.672,00	\$7.672,00	\$7.672,00	\$7.672,00	\$7.672,00	\$7.672,00	\$7.672,00	\$7.672,00	\$7.672,00	\$92.064,00
Costos por unidades faltantes G1 (\$2,45x Unidades faltantes G1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82,0509621	1999,00303	\$2.081,05
Costos por unidades faltantes G2 (\$3,62x Unidades faltantes G2)	385,281918	0	554,536386	0	193,421918	276,239152	95,6819176	182,119152	1,56191764	0	0	0	\$1.688,84
Costos por inventarios G1 (\$1,09 x Unidades en Inventario G1)	116,010301	0	166,973663	0	58,2403012	83,1769822	28,8103012	54,8369822	0,47030117	0	0	0	\$508,52
Costos por inventarios G2 (\$0,77 x Unidades en Inventario G2)	253,588183	38,3912993	340,329438	60,586927	168,118183	211,10381	124,998183	167,98381	81,8781825	60,3181825	0	0	\$1.507,30
Costo materia Prima G1	3707,4	3785,1	3857,25	3929,4	4001,55	4079,25	4151,4	4223,55	4295,7	4373,4	4445,55	4517,7	\$49.367,25
Costo materia Prima G2	7698,78	7849,42	7994,68	8145,32	8295,96	8446,6	8597,24	8747,88	8898,52	9049,16	9199,8	9350,44	\$102.273,80
Costo total mes	\$20.097,36	\$19.344,91	\$20.585,77	\$19.807,31	\$20.389,29	\$20.768,37	\$20.670,13	\$21.048,37	\$20.950,13	\$21.154,88	\$21.399,40	\$23.539,14	<b>\$249.755,06</b>

En la **Tabla 44** se resume el cálculo de los costos descritos previamente bajo el manejo de una fuerza de producción constante, mantenimiento de inventarios y pérdidas por faltantes, mismos que al combinarse bajo la política establecida dan lugar a la obtención de un costo total igual a \$249.755,06 el mismo que resulta superior a todos los planes previamente propuestos, por lo que no se tomaría en cuenta como la política mas adecuada a adoptar para el proceso de producción analizado.

## Resumen de los Modelos heurísticos de Plan agregado

De acuerdo a los modelos elaborados para la empresa Calzado “Stalin” se muestra en la **Tabla 45** el resumen ejecutivo con las cantidades detalladas de los costos generales de contratación, despido, mano de obra, costos de tiempos improductivos y costos de materia prima en la producción de calzado durante el plazo de 1 año de producción.

**Tabla 45** Resumen de modelos heurísticos de Plan agregado

Detalle de los costos en los modelos propuestos de plan agregado heurísticos	Modelo de producción 1	Modelo de producción 2	Modelo de producción 3	Modelo de producción 4
	Producción Exacta con Fuerza de Trabajo Variable	Fuerza de Trabajo Constante con tiempo extra y tiempos improductivos	Fuerza de Trabajo Constante con tiempo extra-50% y 100% de recargo	Fuerza de Trabajo Constante, tiempo improductivo y servicio agotado
<b>Costos de Contratación</b>	\$1.013,15		\$88,10	\$264,30
<b>Costos por despidos</b>	\$196,80			
<b>-Costo de mano obra</b>				
<b>Tiempo Normal</b>	\$94.804,00			
<b>Tiempo extra (50%) G1</b>			\$14.117,15	
<b>Tiempo extra (50%) G2</b>				
<b>Tiempo extra (100%) G1</b>		\$937,61	\$5.773,05	
<b>Tiempo extra (100%) G2</b>		\$16,25		
<b>Mano de obra</b>		\$78.912,00	\$65.760,00	\$92.064,00
<b>Costo por tiempo improductivo G1</b>		\$570,80		
<b>Costo por tiempo improductivo G2</b>		\$3.551,44		
<b>Costo por servicios no prestados (faltantes) G1</b>				\$2.081,05
<b>Costo por servicios no prestados (faltantes) G2</b>				\$1.688,84
<b>Costo materia prima G1</b>	\$ 49.367,25	\$26.374,80	\$49.367,25	\$49.367,25
<b>Costo materia prima G2</b>	\$ 102.273,80	\$102.273,80	\$102.273,80	\$102.273,80
<b>Costo por inventario G1</b>				\$508,52
<b>Costo por inventario G2</b>				\$1.507,30
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$247.655,00</b>	<b>\$212.636,71</b>	<b>\$237.379,36</b>	<b>\$249.755,06</b>

### Análisis de los planes heurísticos

En el Modelo 1 que es producción exacta con fuerza de trabajo variable, de acuerdo a la **Tabla 45** tenemos un costo de contratación de \$1.013,15, costo de despido de



\$196,80, costo de mano de obra a tiempo normal de \$94.804,00, costo de materia prima para G1 de \$ 49.367,25 y para G2 un costo de \$ 102.273,80, que al sumarlos todos tenemos un costo total en el modelo 1 de \$247.655,00. La utilización de este modelo aplica para los días hábiles en el mes y las 8 horas de jornada laboral, con lo que para mantener un equilibrio en la producción en el transcurso del año se deberá contratar 23 trabajadores y despedir a 4 partiendo que de inicio la empresa consta de 8 trabajadores actualmente, debido a la acumulación de trabajadores al contratar y despedir se generaría incertidumbre sobre la empresa ya que no asegura una estabilidad laboral y los trabajadores contratados tendrían que hacer ciertas actividades y en su mayoría no llegarían a operar a un cien por ciento.

El Modelo 2 es fuerza de trabajo constante con tiempo extra y tiempos improductivos, de acuerdo a la **Tabla 45** sus costos específicamente son costo de tiempo extra entre semana para el G1 de \$937,61 y para el G2 de \$16,25, costo de mano de obra de \$78.912,00, costo por tiempo improductivo del G1 de \$570,80 y para el G2 de \$3.551,44, costo de materia prima para G1 de \$26.374,80 y de G2 de \$102.273,80, que al sumarlos tenemos un costo total del modelo 2 que es de \$212.636,71. Este modelo no genera costos por mantener inventario, sino la planificación sería de acuerdo a los pedidos específicos que tiene en la empresa y responde adecuadamente a la variación de la demanda enfocada por los registros de trabajo, en el que su enfoque es asignar horas de trabajo adecuados para que en la operación sea lo más económico posible, consta de un horizonte de planeación de 12 meses en la que la demanda de producción requerida se equilibra con el trabajo de horas extras de los trabajadores con un valor adicional de \$2,82 por hora de trabajo realizado, sabiendo que en el día el trabajador no debe exceder las 4 horas extras. Para cumplir la producción requerida por este plan los trabajadores adecuados son 12 y de acuerdo al estado actual de la empresa que tiene a 8 trabajadores, se podría contratar los 4 restantes.

El Modelo 3 es fuerza de trabajo constante con horas extras con recargo del 50% y 100%, de acuerdo a la **Tabla 45** los costos de mano de obra con recargo de 50% es de \$14.117,15, y el costo de mano de obra con recargo de 100% es de \$5.773,05, el costo de mano de obra es de \$65.760,00, el costo de materia prima G1 es de \$49.367,25 y del G2 \$102.273,80, el costo total del modelo 3 es de \$237.379,36.

Este modelo se enfoca en las horas disponibles en la jornada normal de trabajadores considerando los tiempos extras, por lo que el número de trabajadores es igual constante que para equilibrar inicialmente es de 12, pero para reducir los costos de contratación se utiliza los 11 trabajadores, sabiendo que en la situación actual de la empresa consta de 8 trabajadores. Tomando en cuenta el salario básico de la empresa es de \$548 y el costo adicional para la hora de 50% extra es de \$2,82 y el costo adicional para la hora extra de 100% es de \$3,75.

El Modelo 4 es fuerza de trabajo constante, mantenimiento de inventario y pérdida por faltantes, consta con costo de contratación de \$ 264,30, costo de mano de obra de \$ 92.064,00, costos por faltantes o servicios no prestados en el G1 de \$2.081,05 y en G2 \$2.081,05, costos por materia prima en G1 de \$ 49.367,25 y G2 de \$102.273,80, costo por inventario G1 de \$508,52 y del G2 de \$1.507,30, dándonos un costo total del modelo 4 de \$249.755,06. Este modelo es una alternativa frecuente para producciones que se rigen en el abastecimiento de una demanda promedio, ya que los costos por excedentes o faltantes se adicionan al plan permitiendo ser más objetivo en los resultados, para la elaboración de este plan según los cálculos necesita de 14 trabajadores para cada mes en el horizonte de planeación que es de 12 meses, de acuerdo a los recursos empleados el monto se define por cada línea de trabajo siendo así por el grupo 1 una adición de \$1.09/unidad y por el grupo 2 \$0.77/unidad. Y para cuando exista faltantes o desabastecimiento se considera pérdida de unidad de venta siendo los valores consignados al Grupo 1 un total de \$2,45 y al Grupo 2 un valor de \$3,62.

### **3.10 Propuesta de plan de producción**

#### **PROPUESTA DE PLAN DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA “CALZADO STALIN”.**

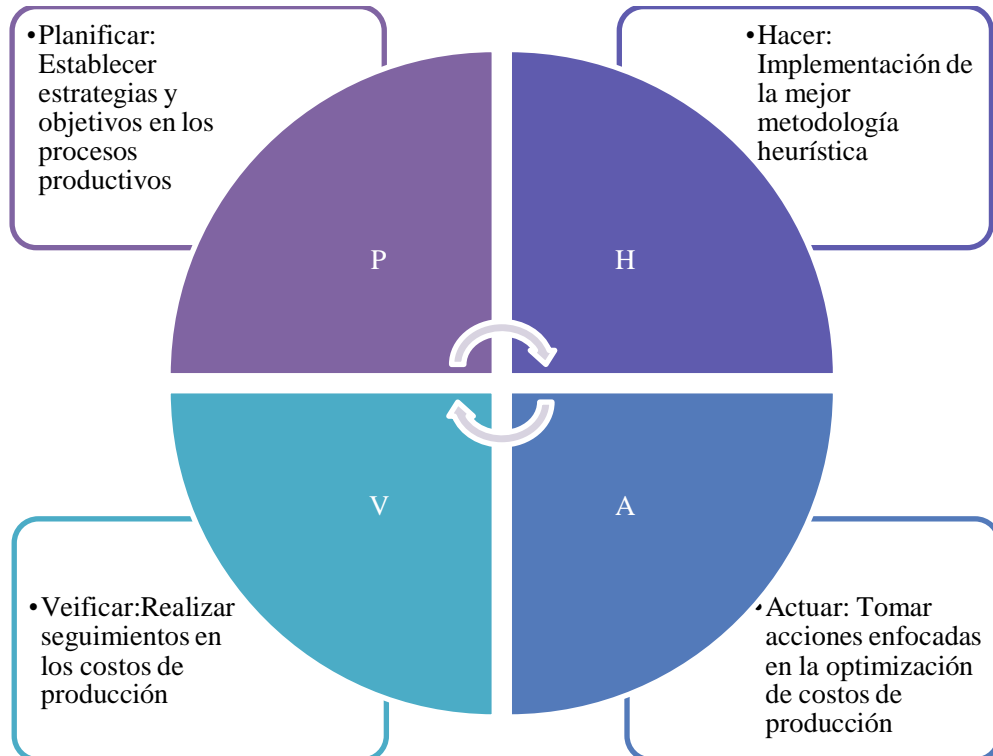
##### **Semblanza de empresa**

Calzado Stalin es una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de varios modelos de calzado deportivo en los cuales están clasificados para dama, caballero y niño con diferentes materiales como cuero, sintético, lona y malla(tela); son distribuidos principalmente en Quito en el Centro Comercial de Mayoristas y Negocios Andinos, también elaboran calzado personalizado distribuido a cualquier parte del Ecuador, es decir a través de sus productos ha generado una demanda de pedidos de diferentes modelos para diferentes clientes. La empresa actualmente cuenta con 3 obreros en la sección corte y preparación, 2 aparadores internos, 2 armadores y 1 personas en terminado, la empresa está en expansión por lo que es necesario reconocer los problemas actuales siendo el principal carecer de un plan de producción para modelos en específico ya que los pedidos son variantes en los que interviene diferentes tipos de procesos y materiales, por lo que al seleccionar un modelo puede perjudicar con la entrega de otro, por lo tanto afecta directamente con la economía de la empresa, al no tener una estandarización de producción adecuada debido a sus modelos, los problemas crecientan cuando se sobrecargan de pedidos lo cual se produce una inspección no apta, lo mismo afecta directamente a la calidad del producto o al tiempo tardío de elaboración, en la que existe acumulaciones de materia para cierto proceso y la empresa pierde credibilidad en la entrega exacta de sus pedidos. Existen días en los que la producción reduce por falta de material o por que aún no llegan los pedidos de sus modelos en específico, lo cual se para la producción antes que termine su jornada laboral, ya que la empresa no cuenta con registros estadísticos ni nombres técnicos en sus modelos para registros previos de pedidos.

## Actividades del plan de mejoramiento

La presente propuesta presenta varias actividades que son desglosadas en el ciclo de Deming, el cual ha sido seleccionado por la empresa dentro de su plan de mejora.

A continuación, se detalla sus componentes y sus actividades:



**Figura 13** Diagrama PHVA

### Planear

En esta etapa se define los objetivos y estrategias para alcanzarlos. Es importante enfocarse en las acciones necesarias para resolver los problemas identificados. Así como, en el presente trabajo de investigación se llevó a cabo a través de la aplicación de metodologías heurísticas que permiten optimizar los costos de producción.

### Hacer

En esta etapa, una vez seleccionada la metodología heurística se procede a aplicarlas para analizar los costos producción y hallar la mejor. De esta manera, se procederá a tomar las medidas o acciones para resolver los problemas identificados.

Es importante mencionar que debe realizarse en un ambiente controlado que no afecte a factores externos ni procesos de la organización.

El objetivo de esta etapa es obtener la información necesaria para pasar a la siguiente fase.

### **Verificar**

En esta etapa se verifica las acciones propuestas para los cambios o soluciones e en base a los hallazgos. Además, se analiza la información obtenida en la etapa anterior para proceder a comparar con los objetivos planteados a un inicio.

Es importante realizar seguimientos en los costos de producción para evaluar su progreso y éxito.

### **Actuar**

En esta etapa se deberá identificar la propuesta de solución o cambios para ser implementada en el proceso por lo cual, es importante tomar acciones enfocadas en la optimización de costos de producción en base a la información obtenida y su respectivo análisis.

Con el ciclo PHVA se logrará optimizar los costos en el área de producción de la empresa a través de metodologías heurísticas.

### **Objetivos:**

- Mantener o aumentar la rentabilidad de la empresa
- Obtener mayor productividad y optimizar costos.

De acuerdo a la obtención de los datos **Tabla 31** producida en los años 2021 y 2022 se pronostica una producción para el año 2023 con el suavizamiento exponencial con tendencia para cada línea de producción descrita en los diagramas de procesos y en los levantamientos de los mismos, se conoce las actividades que se realiza en cada subproceso, también se conocen los tiempos que se demoran en hacer dichas actividades, además de los materiales que se utiliza para cada línea de producción y los costos que se generan en el proceso de producir los zapatos, es necesario

elaborar un plan de planeación de producción adecuado para cumplir los requerimientos, el cual se selecciona el mejor de los planes propuestos en la aplicación de metodologías heurísticas que sus resultados comparativos están en la **Tabla 46**.

**Tabla 46** Comparativa económica de los modelos propuestos

MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3	MODELO 4
Costo total: <b>\$247.655,00</b>	Costo total: <b>\$212.636,71</b>	Costo total: <b>\$237.379,36</b>	Costo total: <b>\$249.755,06</b>

De acuerdo al análisis el modelo que genera menor costo total en su aplicación es el número 2 que es fuerza de trabajo constante con tiempo extra y tiempos improductivos con un costo total de \$ 212.636,71, genera un ahorro de \$ 35.018,29 con respecto al modelo 1 producción exacta con Fuerza de trabajo variable, un ahorro de \$ 24.742,65 con respecto al modelo 3 fuerza de trabajo constante con tiempo extra y recargo y un ahorro de \$37.118,36 con respecto al modelo 4 fuerza de trabajo constante, tiempo improductivo y servicio agotado.

Los requerimientos para implementar este modelo son los siguientes:

El número de trabajadores requeridos es de 12 y en la situación actual de la empresa cuenta con 8 lo que llevaría a tener que contratar 4 trabajadores para ajustarse al modelo establecido.

El costo de tiempo extra en el año no debe ser mayor a \$953,86, es decir no debe tener más horas extras que las permitidas por la ley.

De acuerdo al plan de producción y a los levantamientos de procesos respectivos podemos hacer la distribución de los trabajadores en las áreas pertinentes, en las que se considera una acumulación de trabajo o en las que demanda de muchas tareas por lo que les lleva más tiempo en la ejecución de dicha operación referenciada con el estado actual de la empresa en general para las dos líneas de producción y detallada en la **Tabla 47**.

**Tabla 47** Distribución de trabajadores en las áreas de acuerdo al plan propuesto

	<b>Situación actual</b>	<b>Propuesta</b>
Almacenamiento y corte	2	3
Diseñado	1	1
Aparado	2	3
Montaje	2	3
Terminado	1	2
<b>Total trabajadores</b>	<b>8</b>	<b>12</b>

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

El reconocimiento de la situación actual de la empresa de Calzado “Stalin” indica que no consta con un plan de producción o una producción adecuada, que de acuerdo a los pedidos que llegan y el cambio de diseño en los modelos que presenta entre una línea de producción y otra, no satisface la demanda de pedidos y aumenta en inventario productos no requeridos, por lo que si no se entrega a tiempo también aumenta en inventario y para que no colapse proceden a rematar los productos no entregados oportunamente.

En la presente investigación se realizó la caracterización de los procesos productivos mediante el análisis de la situación actual de la empresa como el tiempo y las actividades que se desarrollan en la empresa; así como, la identificación de los desperdicios y actividades que no agregan valor tales como en el grupo 1 y 2, existen desperdicio en el corte manual, demora en aparado y demora en reposo de los zapatos en horma para que tome su forma, basándose en aquellos que alteran los costos del proceso productivo para tratarlos posteriormente.

Se desarrolló un plan agregado de producción mediante la aplicación de metodologías heurísticas adecuado para planeación de producción y la optimización de costos en la empresa “Calzado Stalin” denominado fuerza de trabajo constante con tiempo extra y tiempos improductivos ya que, son muy importantes al momento de la optimizarlos en un proceso de producción por lo que, permite a la empresa conocer cuando y cuanto producir, satisfaciendo así la demanda.

Una vez aplicadas las metodologías heurísticas se evaluó los resultados obtenidos en la optimización de costos en el modelo de fuerza de trabajo constante con tiempo extra y tiempo improductivo para el área de producción para la empresa “Calzado Stalin”, las mismas que ser aplicadas genera beneficios y ahorros para la empresa como reducción de costos de inventario y de instalación que es un ahorro representativo en comparación a otro plan agregado, así también solventar



problemas relacionados con la sobreproducción o a su vez con el desabastecimiento del producto para satisfacer la demanda, esta metodología obtuvo menor costo de instalación que es de \$212.636,71 y cumple con los requerimientos que presenta la empresa.

## **4.2 Recomendaciones**

Es recomendable que exista un responsable para el pedido de material con el fin de evitar tiempos de parada en los procesos de producción; así como llevar la información adecuada y organizada de manera correcta ya que, es necesario que la empresa cuente con registros estadísticos digitales de los procesos realizados y listas de técnicos u operarios para los pedidos previos.

Se recomienda aplicar metodologías heurísticas para analizar los costos totales, en este caso, la mejor metodología adaptada a la fábrica de Calzado “Stalin” es FUERZA DE TRABAJO CONSTANTE CON TIEMPO EXTRA Y TIEMPOS IMPRODUCTIVOS ya que fue la metodología en la que se obtuvo menor costo total.

Es importante tener una estandarización adecuada de la producción debido a sus modelos ya que, los problemas crecientan cuando presentan sobrecarga de pedidos lo cual se produce una inspección no apta afectando directamente a la calidad del producto o a su tiempo tardío de elaboración.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C. Mendoza y A. Pineda, «Análisis y caracterización de la industria del calzado de cuero en el clúster del barrio Restrepo,» Fundación Universitaria Empresarial de la Cámara de Comercio, Bogotá, 2018.
  
- [2] A. Díaz y L. Muñoz, «Análisis de la competitividad del sector de Calzado en Santander frente a la apertura económica con Estados Unidos TLLC(2005-2017),» Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2018.
  
- [3] A. Guamán, «La importancia de la tecnología en las empresas productoras de calzado de Tungurahua y las oportunidades de inversión.,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2017.
  
- [4] M. Campaña, «Plan de Negocios para la comercialización de Calzado Ecuatoriano personalizado para damas y niños en la ciudad de Quito.,» Universidad Internacional del Ecuador, Quito, 2021.
  
- [5] W. Arevalo, «Análisis económico del cantón Cevallos del sector calzado de la provincia de Tungurahua del período 2017-2019,» Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, 2021.
  
- [6] E. Salazar, «Modelo de planificación de la producción para el proceso de montaje en industrias de manufacturas de calzado de cuero,» Ambato, 2017.
  
- [7] M. D'Armas, S. Lazo y D. Palencia, «Metodologías para la planificación de la producción en las industrias: una revisión,» *Ing. Ind. Actual y Nuevas Tendencias*, vol. 7, nº 25, pp. 151-172, 2020.

- [8] R. Bazan, «Implementación de gestión por procesos y su influencia en la productividad en la fábrica de calzado Joy's E.I.R.L en la ciudad de Trujillo 2019,» Trujillo - Perú, 2020.
- [9] C. Fierro, «Modelo de programación lineal para un sistema de planeación de requerimientos de materiales MRP en la empresa de calzado de seguridad industrial Marcia,» Ambato, 2017.
- [10] J. Botero, «Sistema de gestión de producción para la empresa Scarpa Calzado Original en la ciudad de Bogotá, Colombia,» Bogotá, 2013.
- [11] J. Reyes, D. Aldas, L. Morales y M. García, «Evaluación de la capacidad para montaje en la industria manufacturera de calzado,» *Ingeniería Industrial*, vol. 37, n° 1, 2016.
- [12] B. Coyago, «Mejora de la productividad en la empresa de calzado Ludwingfer con herramientas de manufactura esbelta,» Ambato, 2020.
- [13] J. Cañas, «Planeación de la producción aplicando modelos de programación lineal y teoría de restricciones para una industria del sector metalmecánico,» Bogotá, 2013.
- [14] C. Rosero, «Distribución de planta para la optimización del manejo de materiales en la empresa de calzado Dav - Sport de la ciudad de Ambato,» Ambato, 2014.
- [15] Y. Avila, «Modelo y metodología que identifica los costos de producción y costos logísticos: Caso empresa de calzado de la ciudad de Santiago de Cali,» Santiago de Cali, 2017.


- [16] V. Panimboza, «Los costos de producción y la rentabilidad en el sector calzado del cantón Cevallos,» Ambato, 2017.
- [17] I. Villafana, «Determinación y diseño de indicadores de gestión para la industria de calzado como herramientas para evaluar la rentabilidad,» *Ingeniería Industrial*, n° 41, pp. 165-183, 2021.
- [18] H. Rivera, P. Fragoso, J. Garnica y M. Montufar, «Aplicación de técnicas de planeación de la producción a una empresa de prefabricados de concreto,» *Conciencia Tecnológica*, n° 58, 2019.
- [19] B. Coyago, «Mejora de la productividad en la empresa de calzado Ludwingfer con herramientas de manufactura Esbelta,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [20] P. López-Roldán y S. Fachelli, *Metodología De La Investigación Social Cuantitativa*, 2015.
- [21] Google Maps, «Google Maps,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.google.com.ec/maps/@-0.1081339,-78.4699519,18z?hl=es>. [Último acceso: 4 Septiembre 2022].

## ANEXOS

### Anexo 1 Formato de encuesta al personal de producción

CALZADO STALIN		Logo
Encuesta para personal de producción		
<i>Departamento:</i> <b>"Producción"</b>		<b>Fecha:</b>
<b>Sección de producción:</b>		
<b>Objetivo:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolectar información necesaria para estar al tanto de la situación actual de la empresa.</li> <li>- Conocer las actividades que desempeña cada persona en el área de producción.</li> <li>- Identificar los posibles problemas de la empresa.</li> </ul>		
<b>Preguntas.</b>		
<b>1. ¿Función que desempeña en la empresa?</b>		
.....		
.....		
.....		
<b>2. Descripción de su forma de trabajar</b>		
.....		
.....		
.....		
.....		
<b>3. Problemas que tiene al desempeñar su función</b>		
.....		
.....		
.....		
.....		
.....		
<b>Elaborado por:</b> Sergio Eugenio	<b>Revisado por:</b> Ing. Cristian Ortiz	<b>Autorizado por:</b> Gerente de la empresa Calzado Stalin
_____	_____	_____

**Anexo 2** Ficha de observación directa para conocer el procedimiento de las actividades en el levantamiento de procesos.

	<b>PROCESO: FABRICACIÓN DE CALZADO</b>	
	<b>CARACTERIZACIÓN DEL SUBPROCESO:</b> <b>ALMACENAMIENTO MATERIA PRIMA</b>	<b>CÓDIGO:</b> C. SP.A.MP.0.1
		<b>VERSIÓN:</b> 0.1
		<b>VIGENCIA:</b> 22/05/2024

**Responsable:**

**Alcance del subproceso:**

**Objetivo del subproceso:**

**Recursos que interviene:**

FÍSICOS	HUMANOS	TÉCNICOS	TECNOLÓGICOS

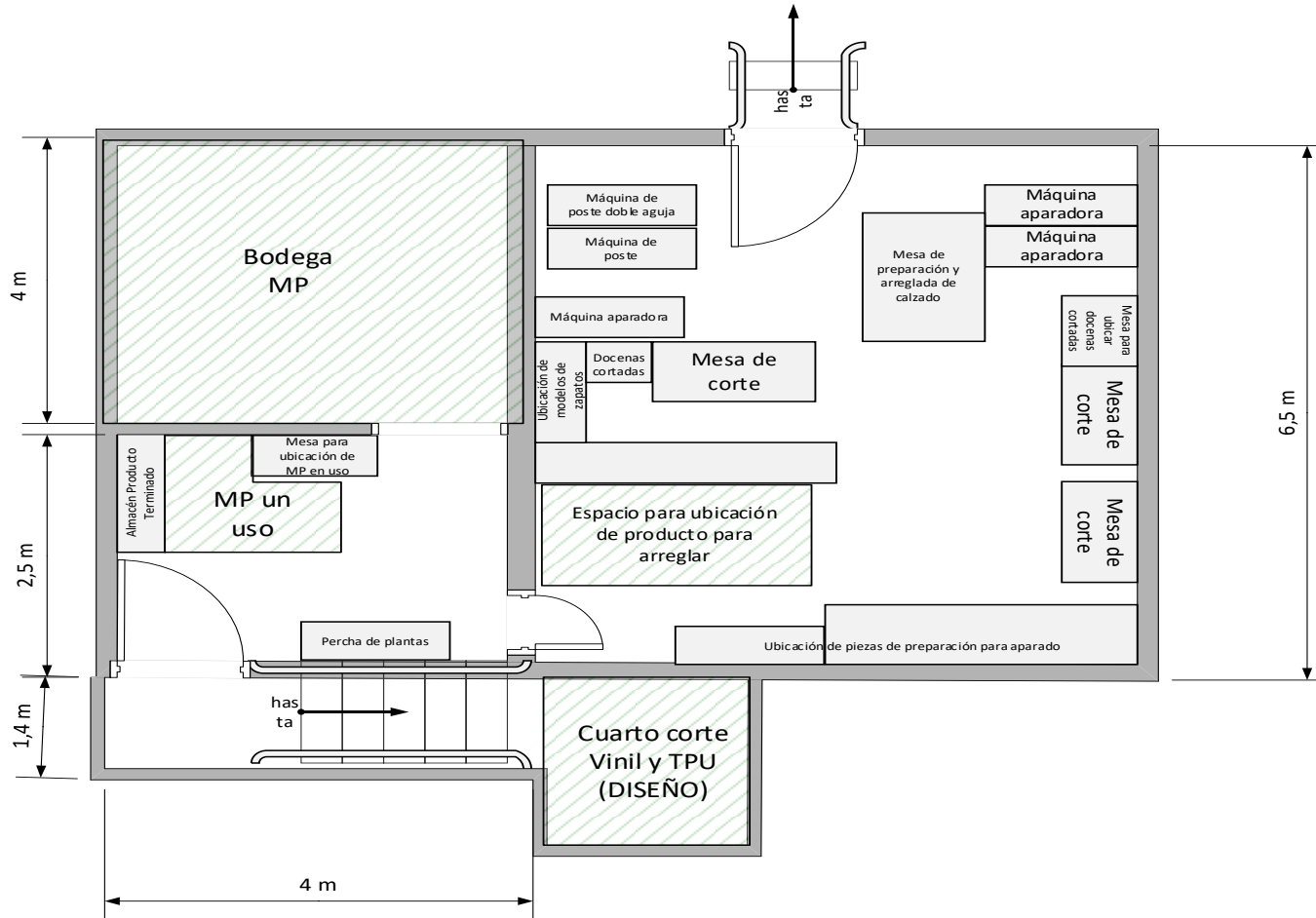
**Entradas y salidas que interviene en el subproceso de:** Almacenamiento de materia prima.

PROVEEDORES	ENTRADAS	ACTIVIDADES	SALIDAS	CLIENTES

**CONTROLES:** Norma INEN 1921/ CALZADO DE USO GENERAL.  
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1921.pdf>

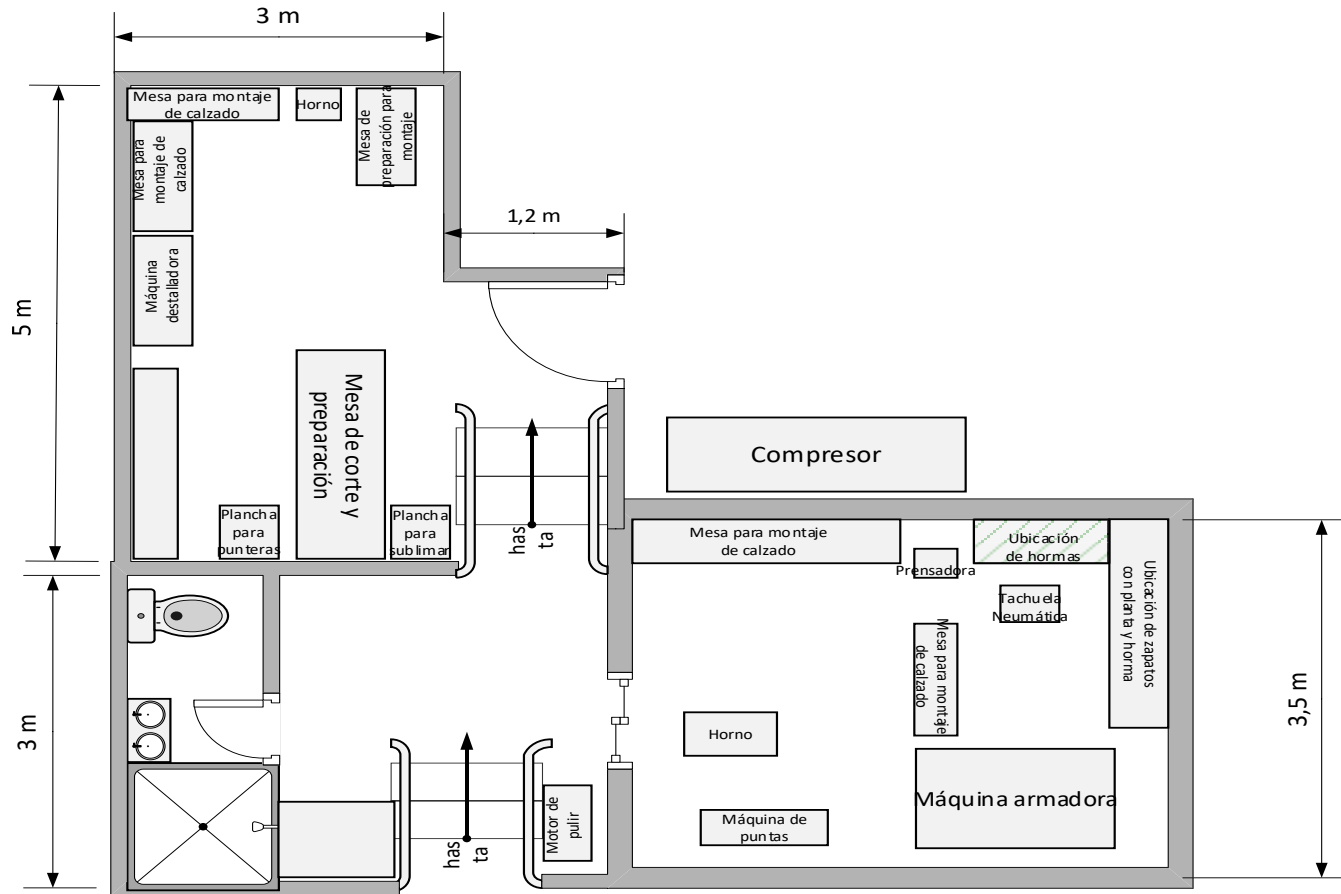
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

### Anexo 3 Layout planta principal

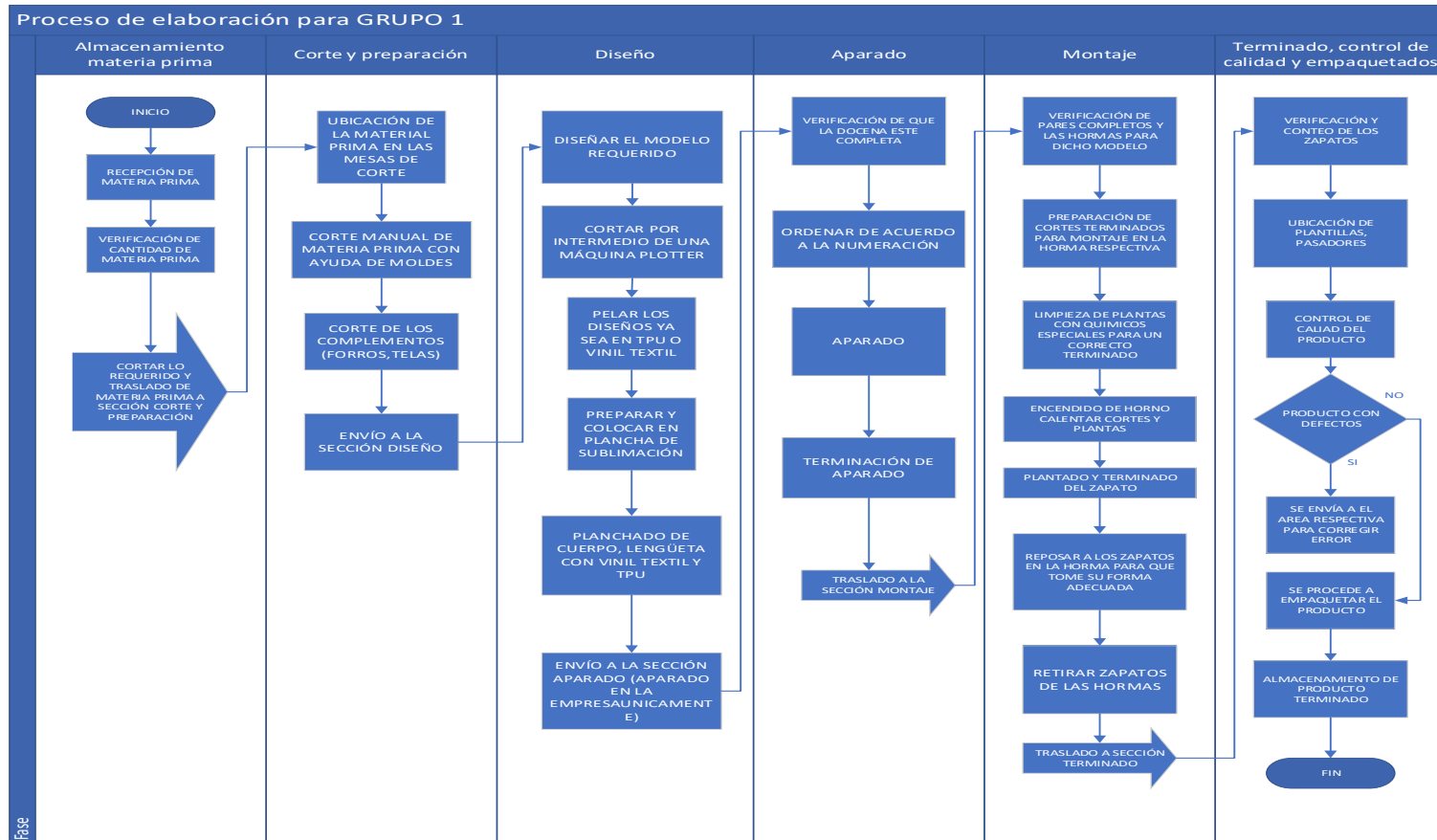




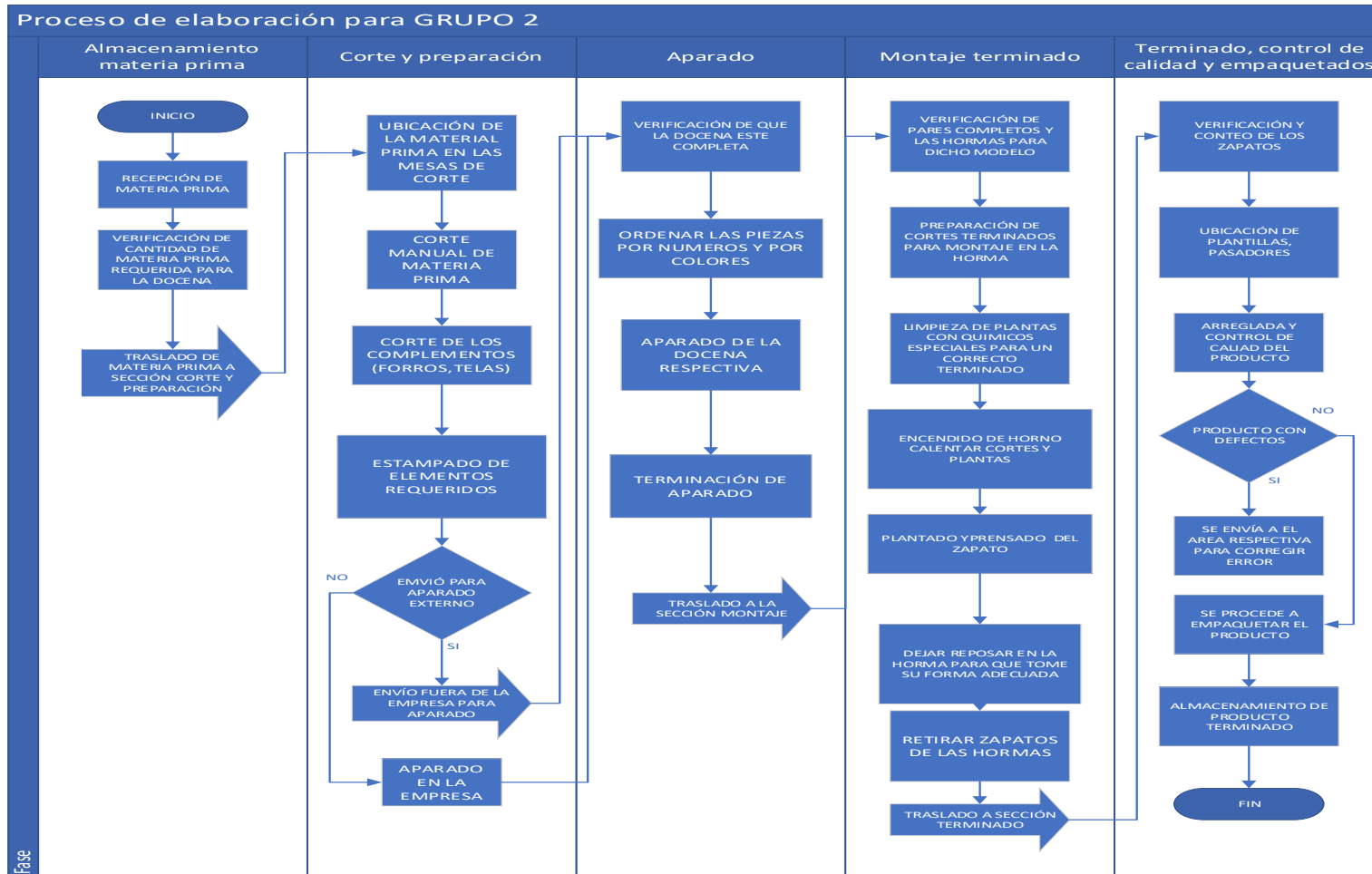
Anexo 4 Layout planta secundaria



Anexo 5 Proceso de elaboración de calzado grupo 1



Anexo 6 Proceso de elaboración de calzado grupo 2



**Anexo 7** Balance de masas corte y preparación grupo 1

Datos para el balance de masa del subproceso: CORTE Y PREPARACIÓN							
	MATERIA PRIMA	CANTIDAD POR DOCENA DE CALZADO A FABRICAR (INGRESA)	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (\$) DE LA MATERIA PRIMA (INGRESA)	CANTIDAD POR DOCENA DE CALZADO A FABRICAR (SALE)	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (\$) DE LA MATERIA PRIMA (SALE)
	Malla Valery	3,5	lbs	10,5	2,5	lbs	7,50
	Cambrela	0,4	lbs	0,5	0,25	lbs	0,31
	Punto diamante	0,9	lbs	3,6	0,27	lbs	1,08
	<b>TOTAL</b>			<b>14,6</b>			<b>8,89</b>
		COSTO DE PERDIDA (desperdicios) subp: CORTE Y PREPARACIÓN	<b>5,71</b>	DÓLARES			

**Anexo 8** Balance de masas Diseño grupo 1

Datos para el balance de masa del subproceso: DISEÑO							
	MATERIA PRIMA	CANTIDAD POR DOCENA DE CALZADO A FABRICAR (INGRESA)	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (\$) DE LA MATERIA PRIMA (INGRESA)	CANTIDAD POR DOCENA DE CALZADO A FABRICAR (SALE)	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (\$) DE LA MATERIA PRIMA (SALE)
	TPU	0,95	lbs	3,5	0,55	lbs	2,03
	Vinil	0,25	lbs	3,5	0,2	lbs	2,80
	<b>TOTAL</b>			<b>7</b>			<b>4,83</b>
		COSTO DE PERDIDA (desperdicios) subp: DISEÑO	<b>2,17</b>	DÓLARES			

Anexo 9 Balance de masas aparado grupo 1

Datos para el balance de masa del subproceso: APARADO							
	MATERIA PRIMA	CANTIDAD POR DOCENA DE CALZADO A FABRICAR (INGRESA)	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (\$) DE LA MATERIA PRIMA (INGRESA)	CANTIDAD POR DOCENA DE CALZADO A FABRICAR (SALE)	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (\$) DE LA MATERIA PRIMA (SALE)
	Forros	12	und	0,24	12	und	0,24
	lenguetas	12	und	1,5	12	und	1,50
	TOTAL			1,74			1,74
		COSTO DE PERDIDA (desperdicios) subp: APARADO	0,00	DÓLARES			

**Anexo 10** Balance de masas Montaje grupo 1

Datos para el balance de masa del subproceso: MONTAJE							
	MATERIA PRIMA	CANTIDAD POR DOCENA DE CALZADO A FABRICAR (INGRESA)	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (\$) DE LA MATERIA PRIMA (INGRESA)	CANTIDAD POR DOCENA DE CALZADO A FABRICAR (SALE)	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (\$) DE LA MATERIA PRIMA (SALE)
	bolsa con cortes de zapatos.	12	par	0,01	12	par	0,01
	Cartón Plantilla	4,4	lbs	3	3,2	lbs	2,18
	Material para Puntera y Talón	1,6	lbs	2,5	1,1	lbs	1,72
	Zuelas	12	par	22	12	par	22,00
	limpiador 2-22	1	unid	5	1	unid	5,00
	pegamento blanco	0,15	ltr	1,03	0,15	ltr	1,03
	<b>TOTAL</b>			<b>33,54</b>			<b>31,94</b>
		COSTO DE PERDIDA (desperdicios) subp: MONTAJE	<b>1,60</b>	DÓLARES			

Anexo 11 Balance de masas Terminado grupo 1

Datos para el balance de masa del subproceso: TERMINADO							
	MATERIA PRIMA	CANTIDAD POR DOCENA DE CALZADO A FABRICAR (INGRESA)	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (\$) DE LA MATERIA PRIMA (INGRESA)	CANTIDAD POR DOCENA DE CALZADO A FABRICAR (SALE)	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (\$) DE LA MATERIA PRIMA (SALE)
	Plantillas, pasadores y zapatos.	12	par	1	12	par	1,00
	limpiador	1	unid	5	1	unid	5,00
	papel para dar forma el zapato	1	lbs	1,5	1	lbs	1,50
	Fundas	12	par	0,24	12	par	0,24
	Cinta de embalaje	1	unid	2	1	unid	2,00
	<b>TOTAL</b>			9,74			9,74
		COSTO DE PERDIDA (desperdicios) subp: TERMINADO	0,00	DÓLARES			

**Anexo 12** Balance de masas Corte y Preparación grupo 2

Datos para el balance de masa del subproceso: CORTE Y PREPARACIÓN							
	MATERIA PRIMA	CANTIDAD POR DOCENA DE CALZADO A FABRICAR (INGRESA)	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (\$) DE LA MATERIA PRIMA (INGRESA)	CANTIDAD POR DOCENA DE CALZADO A FABRICAR (SALE)	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (\$) DE LA MATERIA PRIMA (SALE)
	Cuerina Sporting	5	lbs	7	4	lbs	5,60
	Cuerina Vindela	5	lbs	9,75	3,7	lbs	7,22
	Cambrela	0,4	lbs	0,5	0,25	lbs	0,31
	Punto diamante	0,9	lbs	2,4	0,7	lbs	1,87
	<b>TOTAL</b>			<b>19,65</b>			<b>14,99</b>
		COSTO DE PERDIDA (desperdicios) subp: CORTE Y PREPARACIÓN	<b>4,66</b>	DÓLARES			



**Anexo 13** Balance de masas Aparado grupo 2

Datos para el balance de masa del subproceso: APARADO							
	MATERIA PRIMA	CANTIDAD POR DOCENA DE CALZADO A FABRICAR (INGRESA)	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (\$) DE LA MATERIA PRIMA (INGRESA)	CANTIDAD POR DOCENA DE CALZADO A FABRICAR (SALE)	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (\$) DE LA MATERIA PRIMA (SALE)
	Forros	12	und	0,24	12	und	0,24
	lenguetas	12	und	1,5	12	und	1,50
	<b>TOTAL</b>			1,74			1,74
		COSTO DE PERDIDA (desperdicios) subp: APARADO	0,00	DÓLARES			

Anexo 14 Balance de masas Montaje grupo 2

Datos para el balance de masa del subproceso: MONTAJE							
	MATERIA PRIMA	CANTIDAD POR DOCENA DE CALZADO A FABRICAR (INGRESA)	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (\$) DE LA MATERIA PRIMA (INGRESA)	CANTIDAD POR DOCENA DE CALZADO A FABRICAR (SALE)	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (\$) DE LA MATERIA PRIMA (SALE)
	bolsa con cortes de zapatos.	12	par	0,24	12	par	0,24
	Cartón Plantilla	4,4	lbs	0,71	3,2	lbs	0,52
	Material para Puntera y Talón	1,6	lbs	2,5	1,1	lbs	1,72
	Zuelas	24	par	22	24	par	22,00
	limpiador 2-22	1	unid	5	1	unid	5,00
	pegamento blanco	0,15	ltr	1,03	0,15	ltr	1,03
	<b>TOTAL</b>			<b>31,48</b>			<b>30,51</b>
		COSTO DE PERDIDA (desperdicios) subp: MONTAJE	0,97	DÓLARES			

Anexo 15 Balance de masas Terminado grupo 2

Datos para el balance de masa del subproceso: TERMINADO							
	MATERIA PRIMA	CANTIDAD POR DOCENA DE CALZADO A FABRICAR (INGRESA)	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (\$) DE LA MATERIA PRIMA (INGRESA)	CANTIDAD POR DOCENA DE CALZADO A FABRICAR (SALE)	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (\$) DE LA MATERIA PRIMA (SALE)
	Plantillas, pasadores y zapatos.	12	par	3	12	par	3,00
	limpiador	1	unid	5	1	unid	5,00
	papel para dar forma el zapato	1	lbs	1,5	1	lbs	1,50
	Fundas	12	par	0,24	12	par	0,24
	Cinta de embalaje	1	unid	2	1	unid	2,00
	<b>TOTAL</b>			<b>11,74</b>			<b>11,74</b>
		COSTO DE PERDIDA (desperdicios) subp: TERMINADO	<b>0,00</b>	DÓLARES			

### Anexo 16 Desglose de materia prima

	MATERIA PRIMA	CANTIDAD POR DOCENA DE CALZADO A FABRICAR (INGRESA)	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (\$) DE LA MATERIA PRIMA (INGRESA)
Materiales requeridos por rollos o metrajes:	Malla Valery para cuerpo de calzado	1,5	m	10,5
	Punto diamante	1,1	m	3,575
	Cambrela	0,4	m	0,4
	Malla económica para lengüetas	0,3	m	1,5
	Plantitualla	0,6	m	3
	TPU	0,5	m	5
	Vinil textil	0,25	m	2,25
Ingreso de otro tipo de materia prima por cantidades grandes o por lo que la docena requiere como:	Ojalillos	24	unidades	0,5
	Pasadores	24	unidades	1
	Químicos limpia grasas 2-22	5	lts	1
	Fundas	12	unidades	0,3
	Etiquetas para números.	12	unidades	0,025
	Etiquetas para lengüetas.	24	unidades	0,25
	Cartón para puntas, talones y planta	0,5	m	2,5
	Pegas (amarilla, blanca)	0,3	lts	0,683
	Minas, esferos, cuchillas de corte	1	unidades	0,25
	Zuelas	24	unidades	22
	hilo	1	unidades	1
	Grapas	24	unidades	0,3
	Agujas	1	unidades	0,5
	brochas	2	unidades	1
Trapos para limpieza	1	unidades	0,25	
esponja	1	m	0,25	
Para la sección corte:	Malla Valery para cuerpo de calzado.	1,5	m	10,5
	Punto diamante	1,1	m	3,575
	Cambrela	0,4	m	0,4
	Malla económica para lengüetas	0,3	m	1,5
	Plantitualla	0,6	m	3
	cuchillas	1	unidades	0,1
	plantitualla	0,6	m	3
Para la sección aparato:	Hilos por colores	1	unidades	1
	Agujas para diferentes máquinas	4	unidades	2
	Etiqueta para lengüeta (en caso de requerirlo)	24	unidades	0,25
Para la sección montaje:	Zuelas	24	unidades	22
	Cartones para plantillas	1	unidades	4,5
	Material para puntas y talones.	0,5	m	2,5
	Grapas	24	unidades	0,3
	Cuchillas	1	unidades	0,1
	Pegas (amarilla, blanca)	0,3	lts	0,683
	químico limpiador 2-22	5	lts	1
	brochas	2	unidades	1
	esferos, minas y lápices	1	unidades	0,25
	pega amarilla	0,3	lts	0,683
esponja	1	m	0,25	
Para la sección terminado:	fundas	12	unidades	0,3
	Pasadores	24	unidades	1
	Etiquetas para numeración	12	unidades	0,025
	Esfero	1	unidades	0,25
	trapo para limpieza	1	unidades	0,25
	papel periódico	1	lbs	1,5
	<b>TOTAL</b>			

Anexo 17 Métricas de sesgo y precisión del modelo promedios móviles

Año	Mes	#Mes	Producción G1	Producción G2	PM G1	PM G2	error G1	error G2	error Abs G1	error Abs G2
2020	Enero	1	450	1050						
	Febrero	2	450	1050						
	Marzo	3	450	1050						
	Abril	4	450	1050	450	1050	0	0	0	0
	Mayo	5	540	1260	450	1050	90	210	90	210
	Junio	6	540	1260	480	1120	60	140	60	140
	Julio	7	540	1260	510	1190	30	70	30	70
	Agosto	8	540	1260	540	1260	0	0	0	0
	Septiembre	9	540	1260	540	1260	0	0	0	0
	Octubre	10	540	1260	540	1260	0	0	0	0
	Noviembre	11	576	1344	540	1260	36	84	36	84
	Diciembre	12	576	1344	552	1288	24	56	24	56
2021	Enero	13	360	620	564	1316	-204	-696	204	696
	Febrero	14	360	620	504	1103	-144	-483	144	483
	Marzo	15	360	810	432	861,3	-72	-51	72	51
	Abril	16	360	810	360	683,3	0	127	0	127
	Mayo	17	500	1120	360	746,7	140	373	140	373
	Junio	18	500	1120	406,7	913,3	93	207	93	207
	Julio	19	600	1120	453,3	1017	147	103	147	103
	Agosto	20	600	1200	533,3	1120	67	80	67	80
	Septiembre	21	600	1200	566,7	1147	33	53	33	53
	Octubre	22	650	1400	600	1173	50	227	50	227
	Noviembre	23	650	1400	616,7	1267	33	133	33	133
	Diciembre	24	650	1400	633,3	1333	17	67	17	67
							19	33	59	150
							ERROR MEDIO MD G1	ERROR MEDIO MD G2	ERROR ABS MEDIO MAD G1	ERROR ABS MEDIO MAD G2

**Anexo 18** Métricas de sesgo y precisión del modelo regresión lineal G1

pendiente	b	=	5,65				
ordenada	a	=	445,23				
<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>#Mes</b>	<b>Producción</b>	<b>Pronóstico</b>	<b>error</b>	<b>error ABS</b>	
2020	Enero	1	450	451	-1	1	
	Febrero	2	450	457	-7	7	
	Marzo	3	450	462	-12	12	
	Abril	4	450	468	-18	18	
	Mayo	5	540	473	67	67	
	Junio	6	540	479	61	61	
	Julio	7	540	485	55	55	
	Agosto	8	540	490	50	50	
	Septiembre	9	540	496	44	44	
	Octubre	10	540	502	38	38	
	Noviembre	11	576	507	69	69	
	Diciembre	12	576	513	63	63	
2021	Enero	13	360	519	-159	159	
	Febrero	14	360	524	-164	164	
	Marzo	15	360	530	-170	170	
	Abril	16	360	536	-176	176	
	Mayo	17	500	541	-41	41	
	Junio	18	500	547	-47	47	
	Julio	19	600	553	47	47	
	Agosto	20	600	558	42	42	
	Septiembre	21	600	564	36	36	
	Octubre	22	650	570	80	80	
	Noviembre	23	650	575	75	75	
	Diciembre	24	650	581	69	69	
					0	66	
					<b>ERROR</b>	<b>ERROR</b>	
					<b>ERROR</b>	<b>ABS</b>	
					<b>MEDIO</b>	<b>MEDIO</b>	

Anexo 19 Métricas de sesgo y precisión del modelo regresión lineal G2

pendiente	b	=	4,6887					
ordenada	a	=	1077,6					
Año	Mes	#Mes	Producción	Pronóstico	error	error ABS		
2020	Enero	1	1050	1082	-32	32		
	Febrero	2	1050	1087	-37	37		
	Marzo	3	1050	1092	-42	42		
	Abril	4	1050	1096	-46	46		
	Mayo	5	1260	1101	159	159		
	Junio	6	1260	1106	154	154		
	Julio	7	1260	1110	150	150		
	Agosto	8	1260	1115	145	145		
	Septiembre	9	1260	1120	140	140		
	Octubre	10	1260	1124	136	136		
	Noviembre	11	1344	1129	215	215		
	Diciembre	12	1344	1134	210	210		
2021	Enero	13	620	1139	-519	519		
	Febrero	14	620	1143	-523	523		
	Marzo	15	810	1148	-338	338		
	Abril	16	810	1153	-343	343		
	Mayo	17	1120	1157	-37	37		
	Junio	18	1120	1162	-42	42		
	Julio	19	1120	1167	-47	47		
	Agosto	20	1200	1171	29	29		
	Septiembre	21	1200	1176	24	24		
	Octubre	22	1400	1181	219	219		
	Noviembre	23	1400	1185	215	215		
	Diciembre	24	1400	1190	210	210		
					0	167		
					<b>ERROR MEDIO</b>	<b>ERROR ABS MEDIO</b>		

**Anexo 20** Métricas de sesgo y precisión del modelo suavizamiento exponencial simple G1

0,6		SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL G1			
#Mes	Producción	Pronóstico	error	error ABS	
1	450				
2	450	450	0	0	0
3	450	450	0	0	0
4	450	450	0	0	0
5	540	450	90	90	90
6	540	504	36	36	36
7	540	526	14	14	14
8	540	534	6	6	6
9	540	538	2	2	2
10	540	539	1	1	1
11	576	540	36	36	36
12	576	561	15	15	15
13	360	570	-210	210	210
14	360	444	-84	84	84
15	360	394	-34	34	34
16	360	373	-13	13	13
17	500	365	135	135	135
18	500	446	54	54	54
19	600	478	122	122	122
20	600	551	49	49	49
21	600	581	19	19	19
22	650	592	58	58	58
23	650	627	23	23	23
24	650	641	9	9	9
25			14	14	14
			<b>ERROR MEDIO</b>	<b>ERROR ABS MEDIO</b>	



**Anexo 21** Métricas de sesgo y precisión del modelo suavizamiento exponencial simple G2

	0,6	SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL G2			
#Mes	Producción	Pronóstico	error	error ABS	
1	1050				
2	1050	1050	0	0	0
3	1050	1050	0	0	0
4	1050	1050	0	0	0
5	1260	1050	210	210	210
6	1260	1176	84	84	84
7	1260	1226	34	34	34
8	1260	1247	13	13	13
9	1260	1255	5	5	5
10	1260	1258	2	2	2
11	1344	1259	85	85	85
12	1344	1310	34	34	34
13	620	1330	-710	710	710
14	620	904	-284	284	284
15	810	734	76	76	76
16	810	779	31	31	31
17	1120	798	322	322	322
18	1120	991	129	129	129
19	1120	1068	52	52	52
20	1200	1099	101	101	101
21	1200	1160	40	40	40
22	1400	1184	216	216	216
23	1400	1314	86	86	86
24	1400	1365	35	35	35
25			24	24	111
			<b>ERROR MEDIO</b>	<b>ERROR ABS MEDIO</b>	

Anexo 22 Estimación de costos de contratación y despido.

<b>ESTIMACIÓN DE COSTOS RELEVANTES</b>		
<b>Costo de contratación y capacitación</b>	<b>Costos Internos de Reclutamiento</b>	
	Costo publicidad (planeación, análisis, selección de medios de difusión)	\$ 0,59
	<i>Tiempo dedicado (20min), salario de personal encargado (425)</i>	
	Costos internos por adquisición de nuevo personal	\$ 0,89
	<i>Tiempo empleado para entrevista, inducción (30min), salario del equipo de adquisición (425)</i>	
	Costos por gestión de documentación	\$ 5,31
	<i>Tiempo dedicado para elaborar aviso de entrada, ingresos al sut, impresión y escaneado de documentos (3h), salario del personal (425)</i>	
	Costo de impresión	\$ 1
	<i>20 hojas Aprox. (0,05)</i>	
	Costo de capacitación (Salario de instructor)	\$ 7,08
	<i>Capacitación por 4h, encargado por el personal a cargo (425)</i>	
	Equipo de Protección personal	\$ 42,05
	<i>(Gafas, mascarilla, tapones de oído, botas, mandil) =5,00+6,25+0,8+15,00+17,00</i>	
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 44,05</b>	
<b>Costo de despido</b>	<b>Costos Internos de Despido</b>	
	Costos internos por adquisición/despido de nuevo talento	\$ 0,89
	<i>Tiempo dedicado para pago, conformidad de pagos, tiempo (30min), salario del equipo de adquisición de talento (500)</i>	
	Costos por gestión de documentación	\$ 3,54
	<i>Tiempo dedicado para elaborar, (aviso de salida del IESS, terminación de contrato en el SUT (acta de finiquito), pago, oficio de despido o renuncia del trabajador. (2h), salario del personal (500)</i>	
	Costo de impresión	\$ 0,50
	<i>10 hojas Aprox. (0,05)</i>	
	Liquidación por despido de empleado retirado por año	\$ 44,27
	<i>1 trabajador por año+ liquidación 25% del último sueldo =425+425*0,25=531÷ 12 meses</i>	
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 49,20</b>	

**Anexo 23** Costo de mantener inventario

<b>COSTOS DE MANTENER INVENTARIO</b>		
<b>Costo de Capital</b>	Monto invertido en la fabricación	
	Costo materia prima anual	\$28,767.60
	Costo mano de obra	\$14,054.40
	Costos maquinaria	\$3,586.80
<b>Costo de Almacenamiento</b>	Monto invertido en recursos	
	Mantenimiento y Seguridad en el CC para un local comercial	\$0.67
	Servicios básicos mensual (únicamente luz)	\$15.00
<b>Costo de servicios</b>	Montos en primas de seguros	
	Predio (pago anual)	\$35.00
	Patente (pago anual)	\$12
	Tasa anual del costo de crédito (anual)	\$11.45
<b>Costo de riesgo</b>	Monto en ocasiones por merma,obsolescencia,robo y depreciación	