



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

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

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

**Tema**

---

NIVELES ÓPTIMOS DE INVENTARIO PARA SATISFACER DEMANDA DE  
CLIENTES UTILIZANDO TEORIA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA  
VULCANO SHOES

---

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

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Gestión de sistemas de planeación y control de  
la producción de bienes industriales

AUTOR: Cristian Xavier Suárez Acosta

TUTOR: Ing. John Reyes Vásquez, Mg.

Ambato- Ecuador

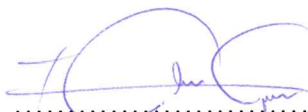
2020

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema: NIVELES ÓPTIMOS DE INVENTARIO PARA SATISFACER DEMANDA DE CLIENTES UTILIZANDO TEORIA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA VULCANO SHOES, del señor Cristian Xavier Suárez Acosta, egresado 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, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para obtener el título terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato Enero, 2020

EL TUTOR



.....  
Ing. John Paul Reyes Vásquez, Mg.

## AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: NIVELES ÓPTIMOS DE INVENTARIO PARA SATISFACER DEMANDA DE CLIENTES UTILIZANDO TEORIA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA VULCANO SHOES, es absolutamente original, autentico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato Enero, 2020



.....  
Suárez Acosta Cristian Xavier

CI. 0504270935

## 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, confines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad

Ambato Enero, 2020



.....  
Cristian Xavier Suárez Acosta


CC. 0504270935

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

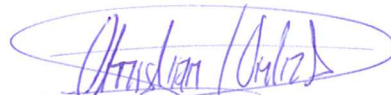
El tribunal de grado del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Cristian Ortiz, Ing. Israel Naranjo, revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado NIVELES ÓPTIMOS DE INVENTARIO PARA SATISFACER DEMANDA DE CLIENTES UTILIZANDO TEORIA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA VULCANO SHOES, presentado por el señor Cristian Xavier Suárez Acosta de acuerdo al Art. 17 del Reglamento de Graduación para obtener el título terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato



Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia Mg.  
PRESIDENTA DE TRIBUNAL



Ing. Mg. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga  
DOCENTE CALIFICADOR



Ing. Cristian Ismael Ortiz Sailema  
DOCENTE CALIFICADOR

## **DEDICATORIA**

*A Dios padre todo poderoso quien  
siempre me brinda la oportunidad  
de un nuevo día, la guía de mi camino*

*A mis padres quienes a pesar de todo  
obstáculo me brindaron el regalo de la  
educación, es gracias a ese amor  
incondicional que pude culminar esta  
etapa de la vida*

*A mi familia quienes siempre me han  
sido un gran apoyo en momento difíciles.  
De manera muy especial a mis tíos  
Edgar y Jimena quienes siempre están  
pendientes de mi desarrollo personal  
y académico*

*Cristian Xavier Suárez Acosta*

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios por siempre guiar y proteger  
mis pasos en todo ámbito de mi vida  
por ser esa fuente de agua viva en la  
cual siempre hallo descanso.*

*A mis padres los cuales me enseñaron  
valores, como el respeto y la humildad  
pilares fundamentales de todo ser humano  
gracias por estar siempre ahí y enseñarme  
con su ejemplo que a pesar de lo difícil que  
sea el camino, con fe y perseverancia todo  
es posible.*

*A mi familia por la unión y el cariño que  
me brindan*

*al Ing. John Reyes por su conocimiento y  
tiempo impartido el cual ha sido un  
valioso aporte para el desarrollo  
de este proyecto*

*a la empresa Vulcano Shoes quienes  
me abrieron las puertas, brindando  
la información necesaria con la que se  
desenvolvió el proyecto*

*Un Dios le pague de todo corazón  
A todos*

*Cristian Xavier Suárez Acosta*

## ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	i
AUTORÍA.....	ii
DERECHOS DE AUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vi
RESUMEN.....	xvii
SUMMARY .....	xviii
CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO .....	1
1.1 Antecedentes Investigativos .....	1
1.1.1 Contextualización del problema .....	1
Estado del arte .....	2
Fundamentación teórica.....	3
Productividad .....	3
Estudio de tiempos .....	3
Tamaño de la muestra .....	3
Tiempos suplementarios.....	4
Diagrama sinóptico .....	5
Cursograma Analítico .....	5
Simbología .....	7
Pronóstico.....	8
Características del pronóstico .....	8
Clasificación de los modelos de pronósticos .....	9
Modelos Cuantitativos .....	9



Pronósticos series de tiempo .....	9
Modelos Estacionales.....	10
Pasos para seguir en un pronóstico .....	11
Clasificación ABC .....	11
Pasos para seguir para realizar una clasificación ABC .....	12
Teoría de restricciones (TOC).....	12
Pasos para seguir en la metodología del TOC .....	13
Mejora mediante TOC en producción.....	13
Manufactura sincronizada .....	13
Sistema tambor- amortiguador- cuerda (TAC) .....	15
Tambor .....	16
Amortiguador .....	16
Zonas del amortiguador.....	17
Determinar el nivel adecuado de inventario.....	17
Cuerda .....	18
Inventario .....	18
Sistemas de Inventarios.....	18
Modelos de sistema de inventario .....	18
Modelos para demanda constante .....	19
Cantidad económica de pedido .....	19
Supuestos del EOQ .....	19
Modelos para demanda variable.....	20
1.2    Objetivos.....	20
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA. ....	21
2.1    Materiales .....	21
2.2    Métodos .....	21
2.2.1  Metodología de la investigación.....	21

Modalidad de la investigación .....	21
Investigación Bibliográfica o Documental.....	21
Investigación de campo.....	22
2.2.2 Población y Muestra .....	22
2.2.3 Recolección de Información.....	22
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos.....	22
2.2.5 Desarrollo del proyecto.....	22
<b>CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>25</b>
3.1    Análisis y discusión de resultados.....	25
3.1.1 Información de la empresa.....	25
Diagrama organizacional .....	26
Mapa de procesos.....	27
3.1.2 Levantamiento de procesos.....	30
Corte.....	30
Destallado.....	32
Aparado .....	33
Armado.....	35
Plantado.....	38
Terminado .....	41
3.1.3 Estudio de tiempos.....	42
Número de observaciones a cronometrar .....	42
Valoración de ritmo de trabajo.....	43
Suplementos .....	46
Tiempo Estándar .....	46
3.1.4 Estrategia de producción.....	49
3.2.1 Información histórica de ventas .....	50
3.2.2 Clasificación ABC .....	51

3.3.1 Pronóstico de la demanda.....	54
Regresión Lineal .....	55
Demanda del producto .....	61
Desagregación por tallas .....	62
3.4.2 Amortiguador .....	65
Cálculo del amortiguador inicial .....	65
3.4.3 Seguimiento dinámico de amortiguadores SDA .....	68
Ejemplo 1: Calzado MO11 talla 39.....	68
Ejemplo 2: Calzado Duende 2 talla 38.....	74
Resumen.....	78
Ejemplo 3 calzado RL18 talla 37 .....	81
Resumen.....	83
3.4.4 Cuerda .....	85
Ejemplo: Modelo MO11 talla 39 .....	85
3.4.5 Resultados de la metodología TAC para todos los modelos en estudio .....	91
Inventario sin tránsito.....	92
Inventario con tránsito.....	94
Mejora en las zonas del inventario.....	96
Cambios en el inventario.....	97
3.5 Dinero en inventario.....	98
Dinero ahorrado .....	100
Discusión .....	100
<b>CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>102</b>
4.1 conclusiones .....	102
4.2 Recomendaciones .....	103
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>107</b>

Anexo A. Cálculo del tiempo normal de las distintas áreas .....	107
Anexo B. Cálculo de tiempos estándar.....	111
Anexo C diagramas de ensamble .....	114
Anexo D diagrama de proceso .....	120
Anexo E porcentajes de participación en ventas semanales.....	123
Anexo F. Desagregación semanal calzado tipo A periodo julio 2019- junio 2020.....	124
Anexo G. Desagregación semanal por tallas para el periodo julio 2019- junio 2020.....	126
Anexo H. Inventario inicial de producto terminado en la última semana de mayo del 2019.....	127
Anexo I. Stock en tránsito en la última semana de mayo del 2019.....	128
Anexo J. Cálculo del lote mínimo .....	129
Anexo K. Seguimiento dinámico de amortiguadores para todos los modelos. ....	130
Anexo L. Dinero en inventario.....	131

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Tabla de suplementos .....	5
<b>Figura 2.</b> Modelo de diagrama de ensamble .....	6
<b>Figura 3.</b> Modelo de cursograma analítico .....	7
<b>Figura 4.</b> Simbología de acuerdo con el estándar ASME. ....	8
<b>Figura 5.</b> Clasificación de modelos de pronóstico .....	9
<b>Figura 6.</b> Patrones de demanda series de tiempo .....	10
<b>Figura 7.</b> Analogía de la tubería.....	12
<b>Figura 8.</b> Elementos de la tropa .....	14
<b>Figura 9.</b> Restricción del sistema .....	15
<b>Figura 10.</b> Manufactura sincronizada .....	15
<b>Figura 11.</b> Elementos del TAC .....	16
<b>Figura 12.</b> Zonas del inventario .....	17
<b>Figura 13.</b> Diagrama organizacional de Vulcano Shoes.....	26
<b>Figura 14.</b> Mapa de procesos de Vulcano Shoes. ....	29
<b>Figura 15.</b> Corte del cuero.....	30
<b>Figura 16.</b> Troquelado de piezas .....	30
<b>Figura 17.</b> Diagrama de flujo del proceso de corte.....	31
<b>Figura 18.</b> Destallo de piezas .....	32
<b>Figura 19.</b> Diagrama de flujo proceso de destallado.....	32
<b>Figura 20.</b> Revisión de piezas .....	33
<b>Figura 21.</b> Unión de cortes.....	33
<b>Figura 22.</b> Diagrama de flujo proceso de aparado. ....	34
<b>Figura 23.</b> Preparación de la horma .....	35
<b>Figura 24.</b> Armado de punta y talón .....	35
<b>Figura 25.</b> Armado de lados.....	36
<b>Figura 26.</b> Diagrama de flujo proceso de armado.....	37
<b>Figura 27.</b> Aplicación de reactivador .....	38
<b>Figura 28.</b> Pulimento de lados.....	38
<b>Figura 29.</b> Pre-Unido mediante martillo .....	39
<b>Figura 30.</b> Prensado.....	39

<b>Figura 31.</b> Diagrama de flujo proceso de plantado .....	40
<b>Figura 32.</b> Proceso de terminado, colocación de platillas, cordones y etiquetas .....	41
<b>Figura 33.</b> Diagrama de flujo proceso de terminado.....	41
<b>Figura 34.</b> Fluctuación de la demanda .....	50
<b>Figura 35.</b> Diagrama de Pareto .....	54
<b>Figura 36.</b> Resumen participación en ventas según tallas.....	63
<b>Figura 37.</b> Demanda para el modelo MO11 talla 39.....	72
<b>Figura 38.</b> Gerencia del amortiguador para el modelo MO11 talla 39 .....	74
<b>Figura 39.</b> Demanda para el modelo Duende 2 talla 38.....	79
<b>Figura 40.</b> Gerencia del amortiguador para el modelo Duende 2 talla 38 .....	80
<b>Figura 41.</b> Demanda para el modelo RL18 talla 37 .....	83
<b>Figura 42.</b> Gerencia del amortiguador para el modelo RL18 talla 3.....	85
<b>Figura 43.</b> Gerencia de amortiguadores. Inventario sin tránsito .....	94
<b>Figura 44.</b> Gerencia de amortiguadores inventario con tránsito .....	96
<b>Figura 45.</b> Tendencia del dinero en inventario .....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Criterio de valoración General Electric.....	4
<b>Tabla 2.</b> Matriz informativa Vulcano Shoes .....	25
<b>Tabla 3.</b> Observaciones preliminares para calcular la muestra .....	42
<b>Tabla 4.</b> Valoración Británica para valorar ritmo de trabajo.....	43
<b>Tabla 5.</b> Descripción de actividades en el área de corte.....	44
<b>Tabla 6.</b> Cálculo del tiempo normal .....	44
<b>Tabla 7.</b> Diagrama de ensamble área de corte.....	45
<b>Tabla 8.</b> Cursograma Analítico área de corte .....	46
<b>Tabla 9.</b> Cálculo del Tiempo Estándar .....	47
<b>Tabla 10.</b> Resumen del tiempo estándar en cada área de trabajo .....	47
<b>Tabla 11.</b> Resumen capacidad de producción en cada área de trabajo .....	48
<b>Tabla 12.</b> Capacidad Instalada mensual en pares de zapatos .....	49
<b>Tabla 13.</b> Histórico de la demanda.....	50
<b>Tabla 14.</b> Ventas en pares de calzado correspondientes al año 2018.....	52
<b>Tabla 15.</b> Criterio de clasificación .....	53
<b>Tabla 16.</b> Clasificación ABC de modelos de calzado .....	53
<b>Tabla 17.</b> Método de los factores ponderados.....	54
<b>Tabla 18.</b> Desglose trimestral e índices de estacionalidad.....	56
<b>Tabla 19.</b> Regresión lineal por mínimos cuadrados .....	56
<b>Tabla 20.</b> Pronostico con estacionalidad en pares de calzado.....	57
<b>Tabla 21.</b> Porcentaje de participación en ventas .....	57
<b>Tabla 22.</b> Pronóstico mensual en pares de calzado .....	58
<b>Tabla 23.</b> Participación de ventas por modelos de calzado.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Tabla 24.</b> Pronóstico de la demanda desglosada por modelos .....	60
<b>Tabla 25.</b> Extracto del porcentaje de participación de ventas semanales del año 2018 .....	61
<b>Tabla 26.</b> Extracto desagregación semanal de calzado tipo A periodo julio 2019 – junio 2020.....	62
<b>Tabla 27.</b> Ventas en pares según tallas.....	63

<b>Tabla 28.</b> Porcentaje de participación en ventas según tallas .....	63
<b>Tabla 29.</b> Extracto Desagregación semanal por tallas para el periodo julio 2019- junio 2020.....	64
<b>Tabla 30.</b> Cálculo del amortiguador inicial A.i .....	65
<b>Tabla 31.</b> Amortiguadores iniciales .....	66
<b>Tabla 32.</b> Datos necesarios para el SDA .....	68
<b>Tabla 33.</b> SDA para modelo MO11 talla 39.....	70
<b>Tabla 34.</b> Gerencia del amortiguador .....	73
<b>Tabla 35.</b> Caso de ventas perdidas .....	75
<b>Tabla 36.</b> Cálculo del nuevo amortiguador .....	76
<b>Tabla 37.</b> SDA para el modelo Duende 2 talla 38.....	77
<b>Tabla 38.</b> Gerencia del amortiguador .....	79
<b>Tabla 39.</b> SDA modelo RL18 talla 37.....	81
<b>Tabla 40.</b> Gerencia del amortiguador modelo RL18 talla 37 .....	83
<b>Tabla 41.</b> Inventario sin cuerda .....	87
<b>Tabla 42.</b> Sistema de pedidos especiales.....	89
<b>Tabla 43.</b> Extracto del SDA para todos los modelos .....	91
<b>Tabla 44.</b> Porcentaje de zonas del inventario sin tránsito .....	93
<b>Tabla 45.</b> Porcentaje de zonas del inventario con tránsito .....	95
<b>Tabla 46.</b> Porcentajes de mejora en zonas del inventario .....	97
<b>Tabla 47.</b> Porcentaje de cambio .....	97
<b>Tabla 48.</b> Extracto dinero en inventario .....	98
<b>Tabla 49.</b> Dinero en inventario.....	100





## RESUMEN

El presente proyecto busca obtener niveles óptimos de inventario a través de la metodología Tambor Cuerda Amortiguador TAC de la teoría de restricciones debido a que la empresa Vulcano Shoes presenta un manejo inadecuado de su inventario

Se identifican los procesos que posee la empresa seguidamente se examina los registros históricos de ventas que ayudan en la clasificación de los productos que generen mayor rédito, de esa clasificación se halla el pronóstico de la demanda el cual brinda soporte al tambor el cual nivela el flujo de producción, después se establecen amortiguadores de inventario mismo que serán controlados a través de una gerencia de amortiguadores, finalmente se establece un sistema de pedidos especiales con el cual se controla que el stock no crezca más allá del nivel del amortiguador.

Con la aplicación de la metodología TAC se establece una gerencia de inventario acorde a las 5 zonas del mismo logrando los siguientes resultados: reducción total de la zona negra que representa ventas perdidas, reducción del 100% en la zona roja, un 10% en la zona amarilla, un 25,71% de sobre inventario y un aumento de la zona verde en un 137,5% logrando un ahorro de inventario de 7.715,36 dólares al año.

## SUMMARY

The present project seeks to have optimal levels of inventory through the methodology TAC Drum String Damper of the restriction theory because the company Vulcano Shoes presents an inadequate management of its inventory

The processes that the company owns are identified, then the historical records of sales that help in the classification of the products that generate the company's revenue are examined, from that classification is the demand forecast which provides support to the drum which Levels the production flow, after inventory dampers are established, which will be controlled through a buffer management, finally a special order system is established with which it is controlled that the stock does not grow beyond the level of the buffer.

With the application of the TAC methodology, inventory management is established according to the 5 inventory zones, which achieves the following results: total reduction of the black zone that represents lost sales, 100% reduction in the red zone by 10 % in the yellow zone 25.71% of over-inventory and an increase of the green zone in 137.5% achieving an inventory saving of \$ 7,715.36 per year.

## **CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Antecedentes Investigativos**

#### **1.1.1 Contextualización del problema**

En una empresa se buscará siempre un flujo de producto adecuado por lo cual se ha de buscar reducir problemas de producción, inventario, mismos que representan a una empresa gastos, y para el consumidor final un producto más costoso. Tal es el caso del estudio planteado en una empresa mexicana productora de transformadores que, al no tener un correcto manejo de inventario; insidió en un déficit de materiales de construcción para los transformadores, para lo cual al implementar un sistema de manejo de inventario se logró satisfacer el déficit acorde la demanda del producto [1].

En Colombia, el constante aumento de la demanda provocó que empresas como de revestimiento de cerámicos tenga inconvenientes, especialmente cuanto a producción, pues al no tener un estudio lo suficientemente consolidado de capacidad productiva generó aumentos de costo, así como retrasos en los pedidos de los clientes, razón por la cual vieron factible una aplicación de TOC en su cadena de suministro para lograr solucionar una de muchas contrariedades que presentaba, con el fin de satisfacer así su demanda [2].

Vulcano Shoes es una empresa la cual muestra retraso en la entrega de pedidos a clientes y en ocasiones un exceso de inventario, lo cual indica que no se lleva ningún tipo de control de inventario; muy necesario para productos de tipo estacional como lo es el calzado, para lo cual un estudio de teoría de restricciones puede ser beneficioso para la empresa, pues el método promete ser de gran ayuda como lo fue para otras empresas que ha tenido algún tipo de problema y lo han solucionado con este método.

Con un control sobre el inventario basado en la teoría de restricciones, Vulcano Shoes podrá satisfacer la demanda de sus clientes, evitando pérdidas económicas derivadas del manejo inadecuado de inventario, teniendo un ritmo de producción que se mueva acorde la demanda del producto.

## **Estado del arte**

Un inventario puede ser un aliado o un enemigo pues, al no ser controlado correctamente conlleva a tener una capacidad de producción menor, como es el caso de la empresa textil SUMATEX, la cual solo operaba a un 70% y el 30% restante se perdía por falta de materiales para completar sus pedidos, mediante una técnica que ayuda a un control de inventario para la producción se logró frenar el problema [3].

En Industrias Metálicas Vilema (IMEV), se evidenció deficiencia en la producción pues al existir cuellos de botella, se generarán ciertos inconvenientes como: bajo nivel de productividad, pérdida de ventas etc., lo cual no permite una máxima capacidad de producción, al realizar un estudio mediante teoría de restricciones logró su solución [4].

En la cadena de suministro que posee cualquier empresa se mostraran problemas como el efecto Bullwhip en el cual se evidencian desajustes entre la demanda de los consumidores y la demanda de los intermediarios, generando inconveniencias de inventario, por lo cual al aplicar la teoría de restricciones se reduce el efecto Bullwhip en un porcentaje significativo, en este caso en particular se redujo de 7.03 a 6.15 [5].

Sin importar el tipo o tamaño de empresas al implementarse esta técnica a una empresa pequeña de calzado esta generó un ahorro de \$2.292.964 pesos en un período de 17 semanas, además de 50 pares adicionales; con lo cual cubrió los requerimientos de la demanda [4].

En el sector de los servicios médicos se puede evidenciar contrariedades por cuellos de botella debido al manejo inadecuado de la logística de documentación clínica, conllevando disgusto por parte de los pacientes, riesgo elevado en el cuidado de los mismos, duplicación de la información, entre otros, los cuales al implementar la teoría de restricciones se mejoró el nivel de servicio un 3,44% [6].

En la investigación realizada en CEDAL, el método DBR (Drum Buffer Rop) identificó el cuello de botella, logrando una sincronización de las actividades y procesos, es decir reducción de tiempos de ciclo e inventario en los procesos con lo cual la productividad en la empresa aumento un 0,48% [7].

La metodología MTA (Make To Availability) la cual es una evolución del método DBR para la reducción de inventario e incremento de facturación, en PYME la metodología brindó soporte con lo cual sus ventas aumentaron un 33%, mientras que su capacidad utilizada alcanzo un 90% además de reducir su inventario en casi un 70% logrando un ahorro de 50000 dólares en capital requerido [8].

En Calzado Gamos al implementar TOC con base en el modelo DBR para solucionar su abastecimiento de materia prima, su sobreinventario redujo, 100%, 92,87% y 13,07% la zona negro, rojo y azul respectivamente y se aumentó en 5,14 y 1,14 veces las zonas verde y amarillo respectivamente, además que logró un ahorro anual de dinero en inventario de 124.016,47 dólares [9].

## **Fundamentación teórica**

### **Productividad**

Identificada como la relación entre la cantidad de recursos con la cantidad bienes utilizados por cada unidad de tiempo, ayuda a la medición de la eficiencia de producción por cada factor que se utilice, tiempo por objetivo la identificación de la cantidad adecuada de recursos para aumentar la producción total de producto o servicio [10].

### **Estudio de tiempos**

Técnica que se basa en la medición del contenido de trabajo, permite determinar el tiempo requerido para completar una actividad, tomando como base un determinado número de observaciones, tomando en cuenta los debidos suplementos que acompañan a la actividad en estudio [11].

### **Tamaño de la muestra**

Con el fin de obtener resultados confiables del tiempo normal a partir de un nivel de confianza y margen de exactitud previamente determinados se efectúa el número de observaciones necesarias a realizarse en cada proceso. Existen dos formas por la cuales se puede identificar el tamaño de la muestra, el primero mediante el método estadístico el cual se basa la aplicación de una fórmula que tiene porcentaje de confianza del 95% [12].

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n'(\sum X^2) - (\sum X)^2}}{(\sum X)} \right)^2 \quad (1)$$

En donde:

n = Número de observaciones a realizar

n' = Número de observaciones preliminares

$\sum x$  = valor total de las observaciones

$\sum x^2$  = valor total de las observaciones al cuadrado

40 = Constante para un porcentaje de confianza del 95,45%

Otra forma que existe para evidenciar el número de observaciones a realizar es la estipulada por la tabla General Electric Tabla 1, en la que se indica que número de observaciones realizar acorde a un tiempo de ciclo propio.

**Tabla 1.** Criterio de valoración General Electric [13]

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
<b>0.10</b>	200
<b>0.25</b>	100
<b>0.50</b>	60
<b>0.75</b>	40
<b>1.00</b>	30
<b>2.00</b>	20
<b>2.00-5.00</b>	15
<b>5.00-10.00</b>	10
<b>10.00-20.00</b>	8
<b>20.00-40.00</b>	5
<b>40.00 o más</b>	3

### Tiempos suplementarios

Tiempo concedido al trabajador con el fin de compensar demoras, contingencias y retrasos que pueden aparecer durante la ejecución de una tarea, los suplementos por descanso se dividen en fijos y variables [14]. Mismos que se encuentran plasmados en la Figura 1

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES			
	Hombres	Mujeres	
A. Suplemento por necesidades personales	5	7	
B. Suplemento base por fatiga	4	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES			
	Hombres	Mujeres	
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4
B. Suplemento por postura anormal			2
Ligeramente incómoda	0	1	
incómoda (inclinado)	2	3	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			
Peso levantado [kg]			
2,5	0	1	
5	1	2	
10	3	4	
25	9	20	
35,5	22	---	
D. Mala iluminación			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	
Bastante por debajo	2	2	
Absolutamente insuficiente	5	5	
E. Condiciones atmosféricas			
Índice de enfriamiento Kata			
16		0	
8		10	
F. Concentración intensa			
Trabajos de cierta precisión		0	0
Trabajos precisos o fatigosos		2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos		5	5
G. Ruido			
Continuo		0	0
Intermitente y fuerte		2	2
Intermitente y muy fuerte		5	5
Estridente y fuerte			
H. Tensión mental			
Proceso bastante complejo		1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos		4	4
Muy complejo		8	8
I. Monotonía			
Trabajo algo monótono		0	0
Trabajo bastante monótono		1	1
Trabajo muy monótono		4	4
J. Tedio			
Trabajo algo aburrido		0	0
Trabajo bastante aburrido		2	1
Trabajo muy aburrido		5	2

Figura 1. Tabla de suplementos [13]

### Diagrama sinóptico

Conocido también como diagrama de ensamble Figura 2, muestra la trayectoria de un proceso permitiendo ver de una forma general las principales operaciones e inspecciones que conlleva un proceso productivo [13].

### Cursograma Analítico

Herramienta en la cual se identifica la trayectoria de un producto a través de las distintas operaciones, transportes inspecciones, esperas y almacenamientos que existen en un proceso véase la Figura 3. Permite además reducir demoras y estudiar las operaciones u otra actividad que permita mejorar la productividad [13].

Existen 3 tipos de cursograma analítico.

- Del operario
- Del material
- Del equipo



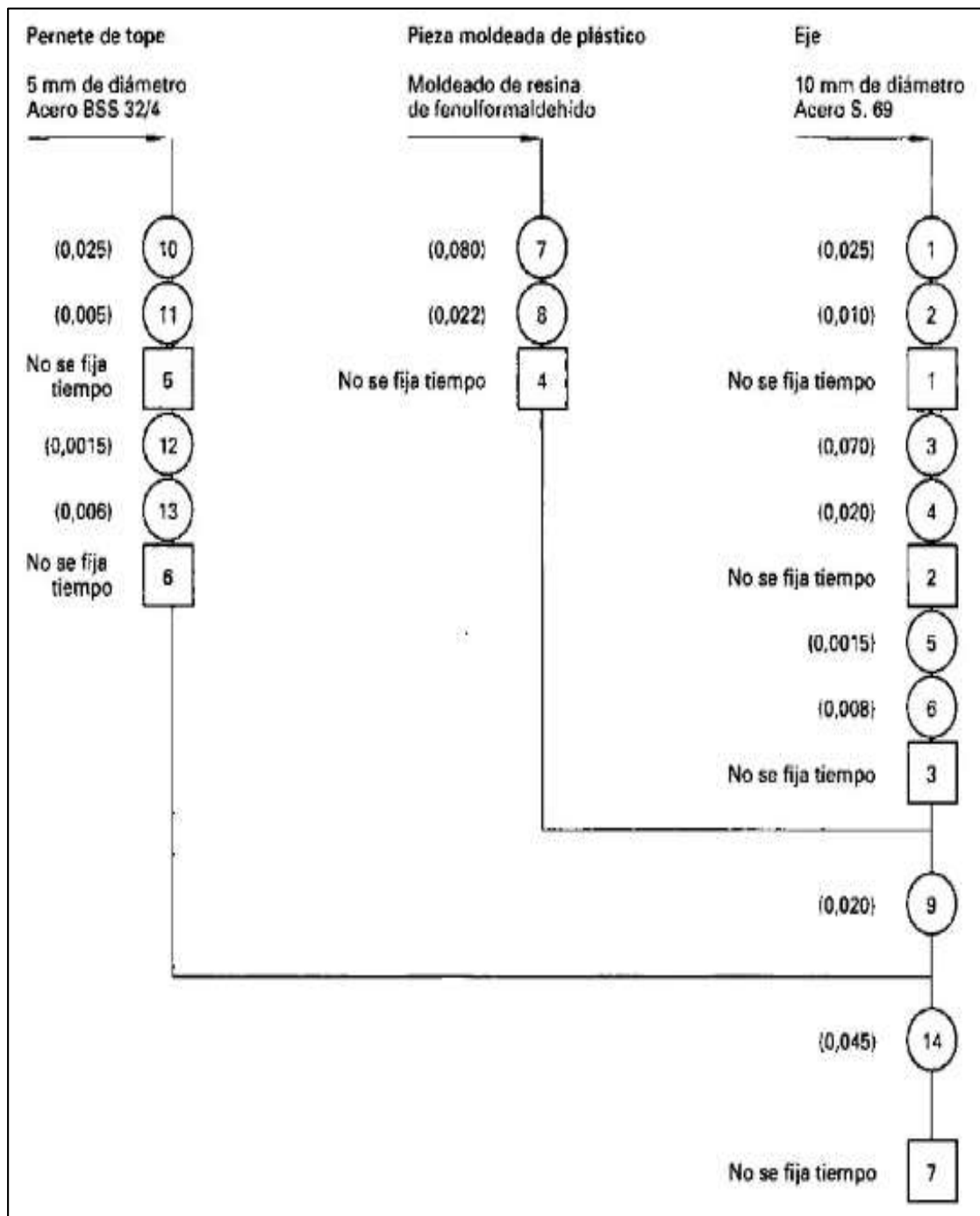


Figura 2. Modelo de diagrama de ensamble[13]

CURSOGRAMA ANALITICO		OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO								
DIAGRAMA núm. 4	HOJA núm. 1	R E S U M E N								
Objeto: <i>Cajón de piezas BX 487 (10 por cajón, en cajas de cartón)</i>		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMIA					
		ACTIVIDAD: <i>Recibir, comprobar, inspeccionar y numerar piezas; almacenarlas con los cajones</i>		OPERACION ○	2	2	—			
TRANSPORTE ⇄	11			6	5					
ESPERA □	7			2	5					
INSPECCION □	2			1	1					
ALMACENAMIENTO ▽	1			1	—					
METODO: ACTUAL/PROPUESTO		DISTANCIA (metros)	56,2	32,2	24					
LUGAR: <i>Departamento de recepción</i>		TIEMPO (horas-hombre)	1,96	1,16	0,80					
OPERARIO(S): FICHA núm. <i>Véase columna de observaciones</i>		COSTO por cajón								
COMPUESTO POR: FECHA:		MANO DE OBRA	\$10,19	\$ 6,03	\$ 4,16					
APROBADO POR: FECHA:		MATERIAL	—	—	—					
		TOTAL ...	\$10,19	\$ 6,03	\$ 4,16					
DESCRIPCION	CAN-TI-DAD 1 caja	DIS-TAN-CIA (m)	TIEM-PO (min.)	SIMBOLO					OBSERVACIONES	
				○	⇄	□	□	▽		
<i>Sacado de camión; colocado en plano inclinado</i>		1,2								2 peones
<i>Deslizado por plano inclinado</i>		6	5							2 »
<i>Colocado en carretilla</i>		1								2 »
<i>Acarreado hasta lugar de desembalaje</i>		6	5							1 peón
<i>Destapado</i>		—	5							1 »
<i>Acarreado hasta banco de recepción</i>		9	5							1 »
<i>Espera hasta descarga</i>		—	5							
<i>Cajas cartón extraídas y abiertas; piezas colocadas sobre banco, contadas y cotejadas con diseño</i>		—	20							Inspector
<i>Piezas numeradas y colocadas de nuevo en cajón</i>		—								Peón de almacén
<i>Espera del carretillero</i>		—	5							
<i>Cajón llevado al lugar de distribución</i>		9	5							1 peón
<i>Puesto en depósito</i>		—	—							

Figura 3. Modelo de cursograma analítico [13]

### Simbología

Para cualquier diagrama la actividad tales como operación, transporte, espera, inspección y almacenamiento se utiliza un cierto símbolo como se muestra en la Figura 4, estos símbolos son dictaminados por el estándar ASME [13].

SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso. Agrega, modifica, montaje, etc.
	INSPECCIÓN	Verifica la calidad y cantidad. En general no agrega valor.
	TRANSPORTE	Indica el movimiento de materiales. Traslado de un lugar a otro.
	ESPERA	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentáneo.
	ALMACENAMIENTO	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén.
	COMBINADA	Indica varias actividades simultáneas.

Figura 4. Simbología de acuerdo con el estándar ASME.

### Pronóstico

Es aquella técnica la cual utiliza conocimientos pasados con el fin de tener una perspectiva del futuro, dando a entender que el resultado de la técnica es una proyección estructurada con base en datos históricos[15].

### Características del pronóstico

*Los pronósticos casi siempre son incorrectos:* es efímero darle importancia a que tan correcto es un pronóstico, lo realmente útil es centrarse en saber "qué tan equivoco esperamos que sea para posterior tratar de incluir ese error en el pronóstico" [9].

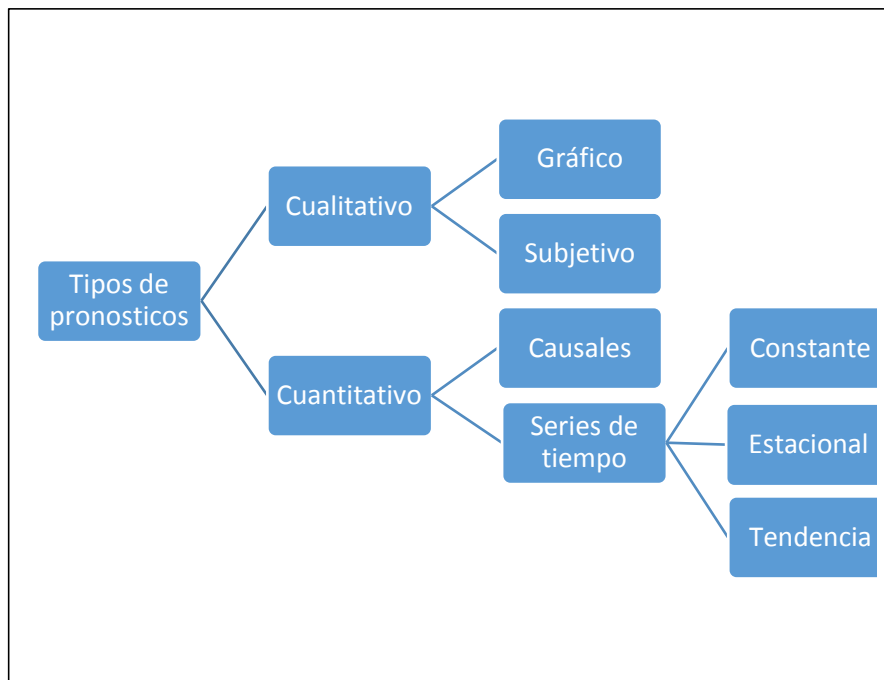
*Los pronósticos son más precisos para familias o grupos de artículos:* por defecto es más fácil el desarrollar un pronóstico adecuado para una gama de productos que para un solo producto, pues los errores en la proyección respecto de productos individuales tienen a anularse entre sí a medida que estos se agrupan [9].

*Los pronósticos no son sustitutos de la demanda calculada:* si se cuenta con información de la demanda real para un periodo determinado, no se debe realizar jamás cálculos con base en un pronóstico para un mismo marco temporal. Se recomienda utilizar la información real cuando esta exista [9].

## Clasificación de los modelos de pronósticos

Existen 2 formas comunes en la cuales se clasifican los pronósticos

- Según el tiempo de duración: aquí se encuentran los pronósticos de corto, mediano y largo plazo.
- Según el modelo: pueden ser cualitativos y cuantitativos, mismos que se subdividen en otras clases según lo muestra la Figura 5.



**Figura 5.** Clasificación de modelos de pronóstico

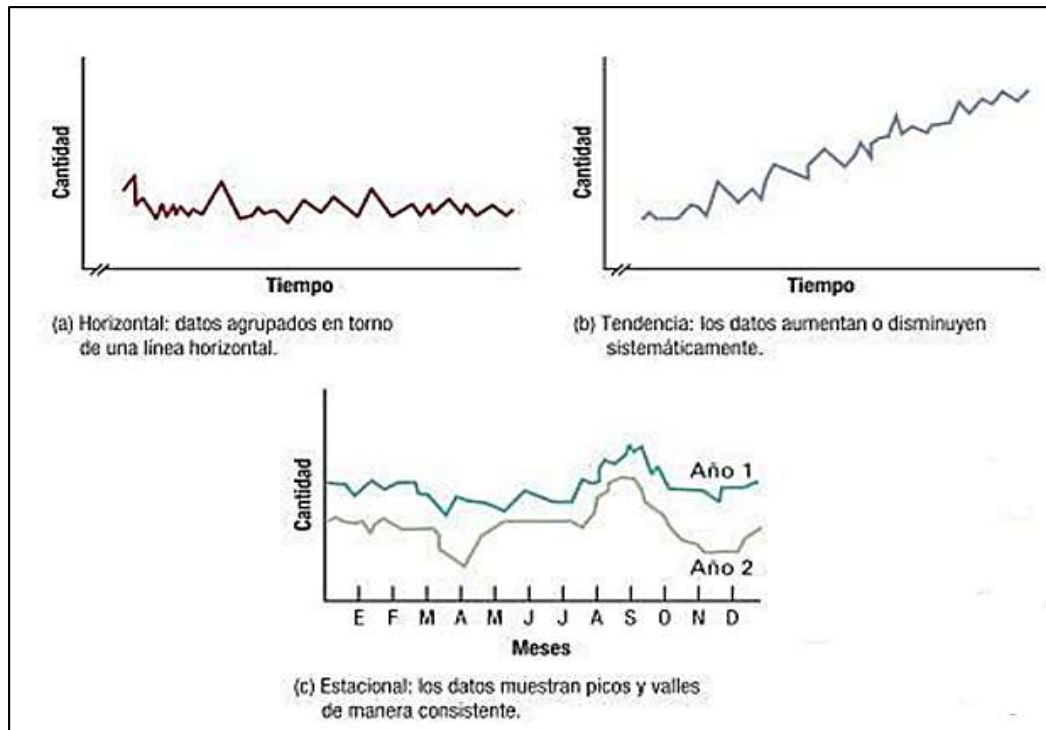
### Modelos Cuantitativos

Para modelos cuantitativos no es necesario de elementos de juicio, pues son procedimiento mecánico. Dentro de este grupo la manipulación de datos será mucho más compleja dependiendo del proceso cuantitativo [16].

### Pronósticos series de tiempo

Se basan en que la demanda pasada sigue un determinado patrón y que al analizar dicho patrón se puede pronosticar una demanda futura, pues supone que el patrón se extenderá en la línea del tiempo sin presentar mayores modificaciones a su forma, en este tipo de pronósticos la variable que siempre será independiente es el tiempo [16].

Dentro de este grupo se puede encontrar series de tiempo constantes las cuales presentan no presentan variación en su variable pronosticada, estaciones que poseen un patrón que fluctúa en el tiempo y de tendencia en la cuales su variable pronosticada aumenta o disminuye según pase el tiempo. en la Figura 6 se detalla la forma de su línea variable pronosticada vs tiempo [16].



**Figura 6.** Patrones de demanda series de tiempo [16].

### Modelos Estacionales

Subgrupo de los modelos de series de tiempo en los cuales una de sus características es mostrar un patrón cambiante mismo que se repite cada año, al desarrollar modelos estacionales se seleccionará un método multiplicativo o aditivo, posteriormente se estimará los índices estacionales a partir de los datos históricos que posee la serie, los índices hallados facilitarán la incorporación de la estacionalidad al pronóstico con el fin de eliminar el efecto estacionalidad de la serie permitiendo una mayor maniobrabilidad de los datos [15].

La regresión lineal es la técnica clave para desarrollar pronósticos tipo estacionales, pues esta herramienta estadística permite ajustar una línea a partir del uso de un conjunto de puntos con un error mínimo cuadrado total entre los puntos originales y los puntos sobre la línea.

## **Pasos para seguir en un pronóstico**

Para dar validez a la técnica aplicada del pronóstico es necesario cumplir los siguientes pasos:

1. **Recopilación de datos:** Se refiere a la obtención de datos adecuados, teniendo la certeza de que estos datos sean coherentes.
2. **Reducción de datos:** permite trabajar con un adecuado número de datos, debido a que en el pronóstico puede existir una gran cantidad de datos o por el contrario un bajo número de datos.
3. **Construcción de un modelo:** implica el afinar los datos reunidos a un modelo de pronóstico que garantice un error mínimo, se recomienda la sencillez del modelo pues mientras más sencillo sea mejor será la aceptación del mismo.
4. **Exploración del modelo:** Fase en la cual se extrapola el modelo de pronóstico, lo cual ocurre una vez se finalice los 3 pasos anteriores, permitiendo verificar la presión del pronóstico, observar los errores para poder resumirlos de alguna forma.

## **Clasificación ABC**

Método de categorización que se basa en el principio de la ley de Pareto consiste en dividir los ítems de un grupo en 3 tipos de categorías, A, B y C: en donde los artículos que obtuviesen la categoría A son considerados con lo que aportan el mayor valor, mientras que los pertenecientes a la categoría C son aquellos que apenas brindan valor, el método es de gran utilidad debido a que brinda soporte en toma de decisiones para volúmenes grandes de productos o servicios [3].

Al aplicar el método la calificación de los productos de la A hasta la C e basaran en las siguientes reglas:

- Artículos A son aquellos que representan un consumo anual de entre el 70-80% del total.
- Los artículos tipo B indican un consumo medio, lo que en porcentaje es entre un 15 y 25% del total
- Artículos tipo C representan el menor valor de consumo, solo reflejan el 5% de consumo total de productos.

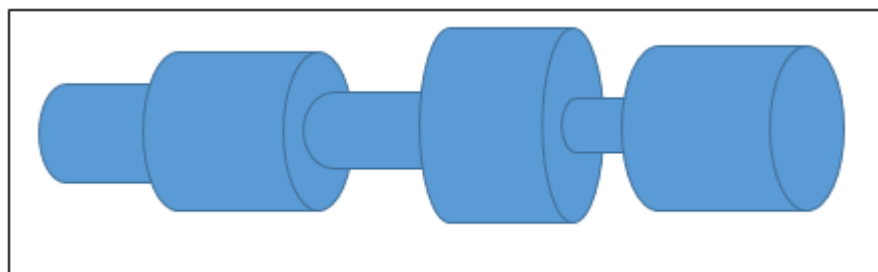
### **Pasos para seguir para realizar una clasificación ABC**

1. Se ha de ordenar todos los datos de mayor a menor en relación al criterio seleccionado.
2. Se calcula el porcentaje de participación que posee cada ítem en relación a total.
3. En base a los resultados obtenidos en el paso 2 se calcula el porcentaje acumulado.
4. Se establece la clasificación ABC.

### **Teoría de restricciones (TOC)**

Ingresada a principios de la década de los 80`s, esta técnica busca la mejora continua dentro de una empresa, el TOC tiene como base el método científico, el cual enuncia que todo sistema muestra restricciones sin importar el tipo de organización, caso contrario se está hablando de salidas que tiende a ser cero[17].

TOC se basa en la analogía de la tubería en la cual el fluido transita a través de una tubería seccionada por tramos de diferente diámetro, en los que siempre existirá un tramo de menor tamaño el cual restringe un paso mayor de fluido. Véase la Figura 7, en el ámbito de la producción el tramo de menor diámetro es el proceso que restringe la capacidad de producción en una empresa [16].



**Figura 7.** Analogía de la tubería.

La restricción representa a cualquier tipo de factor limitante que puede existir en un proceso, en cualquier empresa o servicio, incidiendo a la empresa o servicio a generar un menor ingreso de capital, pues su capacidad productiva o de respuesta es reducida[18].

El tratar de invertir recursos para mejorar el proceso donde se encuentre la restricción tiene un impacto positivo para toda la empresa, pues se generará una mayor producción o un mejor servicio, lo que se traduce en mayores ganancias, meta que el TOC busca al implementar su metodología.

### **Pasos para seguir en la metodología del TOC**

Se inicia con la identificación del cuello de botella o factor que delimita al proceso. Ya hallado el punto 1, se procede a buscar las formas que como reducir la restricción, tratando de llevar al proceso problema a su máxima capacidad, lo que se conoce como: explotar la restricción.

A posterior se subordina los recursos o actividades que generen el condicionante. Se procede a elevar al máximo la capacidad del recurso que genera el retraso. Si se desea mejorar aún más, se procede a repetir los pasos 1 al 4, tantas veces se desee mejorar, lo cual indica un proceso de mejora continua [8].

### **Mejora mediante TOC en producción**

El objetivo de toda empresa o servicio es ganar dinero, dando a entender una producción en la cual los atascamientos o cuellos de botella son mínimos, por lo cual una de las soluciones que se puede acoplar es la de una correcta planta balanceada en la cual los recursos son los necesarios, indicando menos desperdicio, además de restricciones mínimas [19], estas restricciones pueden ser de 2 tipos:

Tipo físicas: en las cuales se evidencia falta de material, mano de obra, maquinaria, personal poco calificado para la actividad o un mercado en el cual el producto no es apetecible, etc. [19].

Políticas: infiere cuando el producto no es comercializado al precio adecuado, generando estancamientos, también puede deberse por problemas entre áreas o personal dentro de la línea de producción[19].

### **Manufactura sincronizada**

Manufactura sincronizada es la definición que tiene a aquella forma en la cual se

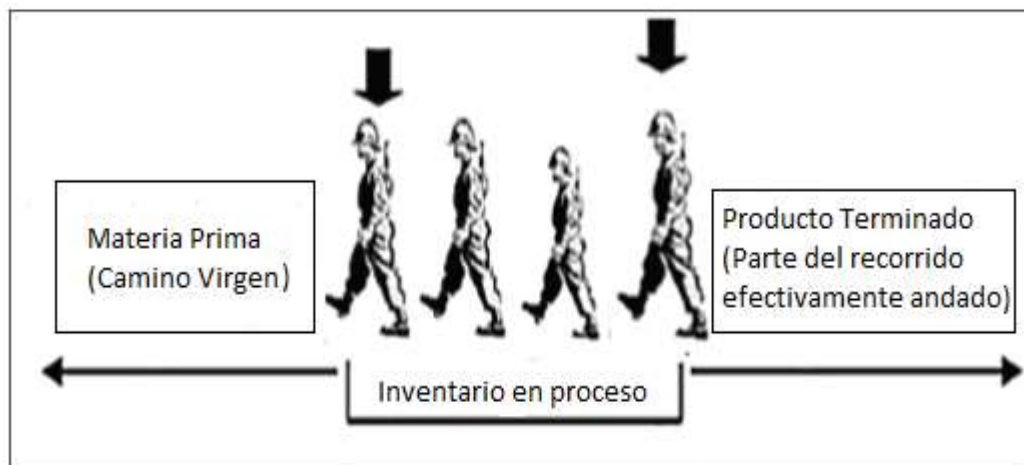


pretende llevar el material de una manera suave y rápida, teniendo en cuenta factores como el mercado, es decir la demanda con la que se mueve el producto [20].

Para un mejor entendimiento se puede comparar a la manufactura sincronizada con una tropa. En la cual se enuncia que una tropa debe cumplir un tramo de recorrido, este tramo de recorrido se evidencia como la producción a realizar, cada miembro de la tropa debe permanecer en su posición y marchar a un ritmo constante, es decir no adelantarse ni retrasarse con respecto a sus camaradas, el recorrido es finalizado cuando el último miembro de la tropa topa el punto destino [5].

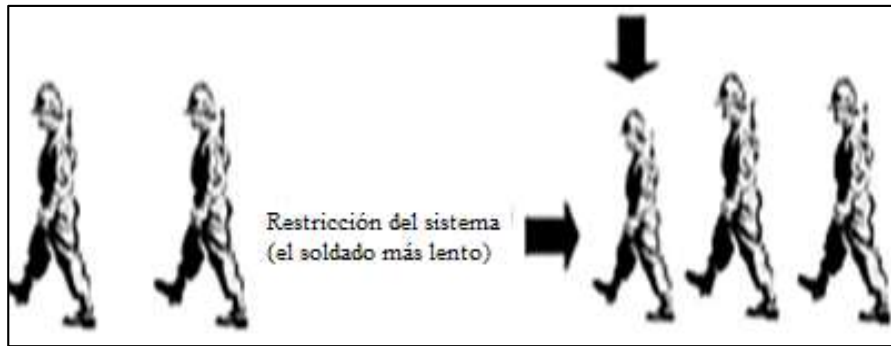
En términos de producción los elementos del pelotón representan:

- Primer soldado: Consumo de materia prima
- Último soldado: Liberación del producto
- Distancia entre el primer y último soldado: Inventario en proceso. Véase la Figura 8.



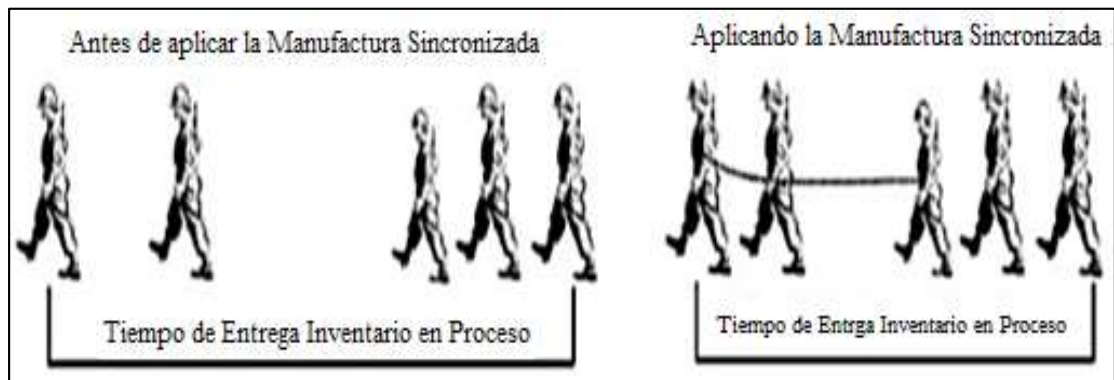
**Figura 8.** Elementos de la tropa [9]

Conforme se avance en el trayecto no todos los soldados avanzan al mismo ritmo, lo cual ocasiona la separación de la tropa, en la cual su velocidad de avance se reflejará en aquel miembro más lento de la tropa [9]. Este miembro en un sistema de producción es la restricción. Véase la Figura 9.



**Figura 9.** Restricción del sistema [9].

Para tratar que la tropa avance al unísono es necesario hacer que el soldado lento camine más prisa, por lo que se ata una cuerda entre el primer soldado y el soldado más lento, lo que en producción se traduce con la acción de hacer fluir el inventario hacia el cuello de botella, lo cual permite que el inventario en proceso y los tiempos de entrega se reduzcan en comparación con la situación inicial logrando lo que se conoce como Manufactura sincronizada [9]. Véase la Figura 10.

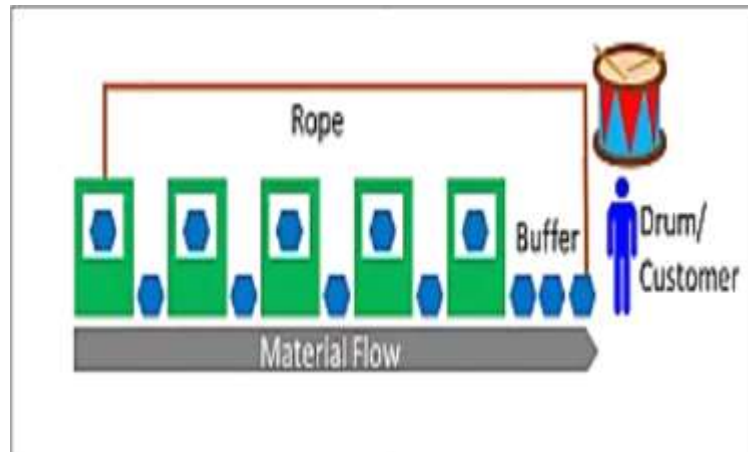


**Figura 10.** Manufactura sincronizada [9].

### **Sistema tambor- amortiguador- cuerda (TAC)**

Descrito como el mecanismo que se encarga de la planificación y el control de las operaciones, es utilizado para instalaciones de servicios o producción, aceptando el hecho que una planta esté en desequilibrio, lo que se traduce como un manejo de recursos inapropiado, dando como resultado una producción que acarrea fluctuaciones estadísticas y dependencia en los procesos, lo que genera retrasos, pues el proceso dependiente necesita la salida del proceso anterior para su activación y si el proceso predecesor es lento, el dependiente también lo será, disminuyendo la capacidad

operativa, por lo cual buscar soluciones tales como la obtención de tiempos de entrega más fiables, un mínimo de restricciones y tiempos de ciclo más cortos es lo que ofrece el sistema TAC [19]. En la Figura 11 se muestra los elementos del sistema TAC o por sus siglas en ingles Rope, Buffer y Drum.



**Figura 11.** Elementos del TAC

### **Tambor**

El tambor se entiende como la restricción, es decir aquello que indica el ritmo de producción que presenta la instalación o línea de trabajo, posee una capacidad definida, por lo cual su desperdicio es inaceptable, para evitar que exista desperdicio, se crea un programa detallado en el cual se identifique el trabajo que debe cumplirse por las restricciones que pueda presentar el sistema, tratando de cumplir un tiempo de entrega que satisfaga la demanda del cliente o mercado, a posterior se debe indicar la secuencia de producción y la cuantificación de tamaño del lote que logrará disminuir el tamaño de inventario en el proceso [20].

### **Amortiguador**

El amortiguador es aquel mecanismo que se destina a la protección por incertidumbre que pueda presentarse en un sistema, con el fin de evitar que la o las restricciones no se encuentren en paro y por ende pierdan su capacidad de producción, se debe cuantificar la cantidad de tiempo para que el trabajo llegue a punto en un límite deseado, es decir antes que sea necesario, con lo cual se obtiene un flujo acorde a la producción, más confiable que cumpla con la demanda, cumpliendo con la producción

planificada, para lo cual se debe considerar los amortiguadores de:, Recurso, Ensamble y Despacho [18].

### Zonas del amortiguador

El amortiguador posee 3 zonas importantes siendo las siguientes:

zona 1: Denotada de un color rojo indica al usuario que hay que tomar acciones inmediatas para entregar una orden a tiempo.

zona 2: Representada por el color amarillo indica que se debe mejorar el desempeño para prevenir algún inconveniente a futuro.

zona 3: Expresada de color verde indica estabilidad por lo que el usuario no debe realizar ningún cambio.

además de las zonas anterior mencionadas existen dos zonas las cuales se utilizan para estudios más exhaustivos siendo estas:

zona negra: zona de máximo riesgo pues indica perdidas.

zona azul: zona riesgosa pues indica un sobre inventario. En la Figura 12 se identifica las zonas por las que se constituyen los inventarios [15].

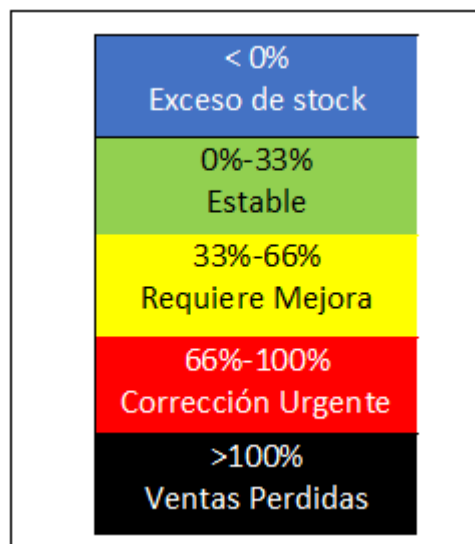


Figura 12. Zonas del inventario

### Determinar el nivel adecuado de inventario

Para un nivel inicial adecuado de inventario se deberá tomar bajo consideración los siguientes parámetros:

1. El promedio de consumo del producto

2. Conocer el nivel de demanda que se debe cumplir
3. El tiempo de reposición “lead time”
4. La variabilidad en el lead time
5. El nivel de servicio que se desea dar a los clientes [9].

### **Cuerda**

Se destina al control de liberación de recursos que aseguren que el CCR se cumpla acorde a lo que se ha planificado, además provee una planificación con mayor detalle de los materiales en forma de lista que necesitan ser liberados acorde a una secuencia adecuada, con lo cual permite que los no CCR procesen el material cuando solo sea necesario, en caso que el CCR sea interrumpido en su normal funcionamiento, el ingreso de materia o recursos al proceso deba ser reducida o en su peor escenario, detenida. La longitud de la cuerda se igual a la longitud del amortiguador de despacho [18].

### **Inventario**

En un contexto basado con la producción es la existencia de recursos o producto terminado de una empresa, para el correcto control de mismo es necesario el uso de sistemas de inventario, los cuales brindan información de importancia para imponer un ritmo de producción, imponer o cumplir tiempos de entrega de producto terminado, abastecimiento de materia prima e identificación de la cantidad de material que se encuentra en proceso [21].

### **Sistemas de Inventarios**

Sistemas diseñados con el fin de reducir o eliminar trabas referentes a inventario, controlando una tasa de producción dinámica, es decir variará acorde a la demanda que tenga un producto impidiendo excesos o retrasos. A un nivel producto terminado brindan información referente a: despachos hacia el cliente, cumplimiento de fechas de entrega, ordenes nuevas de pedido o devoluciones. Brindando a la empresa normas y políticas de operación óptimas para el correcto desempeño de la empresa [22].

### **Modelos de sistema de inventario**

Acorde a la demanda que posea un producto se puede evidenciar 2 modelos dominantes de inventario, el primero en el cual la demanda de un producto se presenta constante o predecible y el otro tipo en el cual la demanda del producto se mostrará variante es decir que será de tipo estacional mostrando picos de demanda altos en ciertas temporadas y bajando drásticamente en otras[22].

### **Modelos para demanda constante**

En modelos donde la demanda es relativamente constante, predecible y el lead time es independiente de la demanda se utilizan modelos de tipo robusto tales como:

- Cantidad económica de producción
- Cantidad económica de pedido
- Modelos de ajuste por inflación
- Modelos con escases

### **Cantidad económica de pedido**

Conocido por sus siglas EOQ es el primer modelo de gestión de inventario, sirve como base para modelos más avanzados de gestión, se caracteriza por generar pedidos en el momento que se requiere generar un nuevo pedido minimizando el costo de inventario [15].

### **Supuestos del EOQ**

Para la elaboración de un EOQ se partirá de las siguientes suposiciones:

- Demanda aproximadamente constante y conocida
- El lead time es conocido y constante
- Los artículos son manejados de manera independiente
- No existen entregas parciales
- No debe existir faltantes
- Los costos involucrados son constantes
- No hay descuentos
- No se restringe el tamaño de lote

## **Modelos para demanda variable**

Al trabajar en modelos donde la demanda fluctúa se necesita establecer horizontes de planeación para lograr la identificación de la cantidad y el ritmo al cual se debe reabastecerse, permitiendo la disminución en costes derivados de una gestión de inventarios. Para la solución de estos modelos los periodos de planeación presentaran una demanda constante, además de definir el tiempo de abastecimiento pues este puede ser de forma discreta o continua [15].

### **1.2 Objetivos**

El objetivo principal del presente proyecto es establecer niveles óptimos de abastecimiento de inventario para satisfacer la demanda utilizando la teoría de restricciones en la empresa Vulcano Shoes, a través del análisis de los procesos de producción de calzado en la empresa, identificando los productos que generan mayor rédito, estableciendo un pronóstico de ventas del calzado que en base a la información histórica de la empresa, finalmente se da una propuesta para el manejo y control de inventario de producto terminado mediante la teoría de restricciones, para lo cual se han realizado las siguientes actividades:

- Levantamiento de procesos
- Estudio de tiempos
- Selección de técnicas de pronóstico
- Clasificación ABC
- Aplicación de teoría de restricciones

## **CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.**

### **2.1 Materiales**

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizaron los siguientes materiales:

- Cronómetro
- Cámara fotográfica
- Microsoft Excel
- Bizagi Process Modeler
- Microsoft Visio

### **2.2 Métodos**

#### **2.2.1 Metodología de la investigación**

Para evidenciar el cumplimiento del proyecto de investigación, se utilizará una metodología de tipo aplicada, permitiendo la resolución de problemas prácticos a partir de conocimientos relevantes al tema de interés.

La información adquirida a lo largo de la carrera aportará para el desarrollo del proyecto investigativo, aplicando las técnicas y herramientas asimiladas como base para la solución de la problemática identificada en la empresa Vulcano Shoes.

#### **Modalidad de la investigación**

##### **Investigación Bibliográfica o Documental**

Para la recolección de información se procederá a varias fuentes bibliográficas entre las que destacan publicaciones científicas, libros, entre otros, que brinden información acorde al tema de investigación las cuales aportan el conocimiento necesario para la solución del problema identificado.



## **Investigación de campo**

El proyecto se llevará a cabo dentro de las instalaciones de la empresa Vulcano Shoes, mediante visitas regulares para identificar y conseguir la información necesaria que aporte con el desarrollo del proyecto de investigación.

### **2.2.2 Población y Muestra**

#### **Población**

Para el presente trabajo investigativo la población de estudio está conformada por el Gerente, personal de supervisión, de contabilidad, operarios que realizan el trabajo de fabricación del producto en las distintas etapas y personal de ventas, indicando un total de 25 personas.

#### **Muestra**

En relación con la población objeto de estudio, no es necesario obtener una muestra.

### **2.2.3 Recolección de Información**

Se utilizarán herramientas tales como la observación, revisión de documentos, recolección de datos mediante tablas lo cual ayudará a la obtención de datos necesarios para un estudio de tiempos, permitiendo a través de la teoría de restricciones identificar el ritmo de producción que posee la empresa.

### **2.2.4 Procesamiento y análisis de datos**

Mediante el software de análisis de datos Microsoft Excel se procederá a la:

- Organización de datos de interés recopilados en la empresa
- Generación de gráficas de datos y análisis estadísticos
- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

### **2.2.5 Desarrollo del proyecto**

Para el cumplimiento del proyecto investigativo se fijan las siguientes actividades acorde los objetivos específicos.

- 1. Levantamiento de procesos:** Se identifica la información de la empresa y los procesos de producción de calzado que posee la empresa.

- 2. Estudio de tiempos:** A través de la toma de tiempos por cronómetro se toma un numero de muestras previamente calculadas, después de calcula el tiempo normal, se identifican los suplementos, se calcula el tiempo estándar, se calcula la capacidad de producción y se identifica la capacidad instalada.
- 3. Análisis de estrategias de producción que posee la empresa:** Se realiza una charla con el gerente en la cual se pregunta la forma de producción que posee la empresa, es decir si solo produce diariamente una cierta cantidad o por el contrario trabaja solo por pedidos.
- 4. Recopilación de información de modelos vendidos:** Se hace una revisión del histórico de ventas de los últimos 3 años.
- 5. Clasificación ABC de los modelos:** Con la información de ventas recopiladas se clasifican los modelos mediante la técnica de ABC, identificando así los modelos que mayor rédito generan a la empresa
- 6. Seleccionar técnicas para pronósticos:** se identifica el tipo de producto a pronosticar, en base a esa información se selecciona la técnica acorde el tipo o patrón que presente la demanda.
- 7. Desagregación de la demanda trimestral a mensual:** Con el pronóstico realizado se desagrega la demanda en función de la participación de ventas mensuales de cada modelo, se desagregará esa demanda pronosticada hasta un nivel semanal y por tallas de cada modelo.
- 8. Generar amortiguadores iniciales de inventario:** Se toman datos de tres meses anteriores al inicio del estudio de los cuales se calculará un promedio, una desviación estándar en base a un lead time propuesto por el investigador, además se indicará un nivel de servicio.
- 9. Generar sistema de gestión de amortiguadores:** Se realiza un seguimiento de inventario en base al amortiguador inicial calculado, contemplando el producto en

tránsito, stock y bodega con el fin de correlacionar dichos factores en un porcentaje de prioridad el cual indicará el nivel de inventario es decir indica las zonas en la que se posiciona el inventario en cada semana de estudio.

**10. Generar sistema de abastecimiento para pedidos especiales:** Al estudio de la gerencia del amortiguador se añade un parámetro que permita un mayor control del inventario.

**11. Comparar la capacidad de inventario actual con la mejorada:** Al final de estudio se identifica las mejoras obtenidas tras la aplicación de la metodología, revisando el dinero que se invierte al inicio y al final del estudio.

**12.** Desarrollo del informe final

## CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Análisis y discusión de resultados

#### 3.1.1 Información de la empresa

Vulcano Shoes empresa ecuatoriana que nace en el año 1998 bajo el mando del señor Fernando López Fiallos, en contraste con otras empresas del entorno es una empresa joven que va adquiriendo de a poco un lugar en el mercado con productos que evidencian calidad y confort, gracias a ellos sus productos son reconocidos dentro y fuera de la provincia de Tungurahua. Con productos en la línea de trabajo, urbano y montañoero es empresa es capaz de generar alrededor de 600 pares mensuales. Esta capacidad que con el paso del tiempo va perdiendo eficacia debido al aumento de su demanda.

Actualmente el almacén de producción de Vulcano Shoes se encuentra ubicado en la Parroquia Picaihua al frente de las canchas deportivas del lugar. En la Tabla 2 se muestra la matriz de información general de Vulcano Shoes.

Tabla 2. Matriz informativa Vulcano Shoes

MATRIZ DE DATOS INFORMATIVOS DE LA EMPRESA			
<b>RAZÓN SOCIAL:</b>			
<b>DIRECCIÓN:</b>	Parroquia Picaihua frente de las canchas deportivas		
<b>TELÉFONO:</b>	0998020425 - 0987721998		
<b>REPRESENTANTE LEGAL</b>	Sr. Fernando López	<b>CARGO:</b>	Gerente General
<b>E-MAIL:</b>	edith_carrillo186@hotmail.com		
<b>ACTIVIDAD EMPRESARIAL:</b>	Vulcano Shoes empresa manufacturera de calzado, especializada en el diseño de calzado de trabajo, urbano y montañoero. Cuenta con un personal de 25 trabajadores hábiles y capaces, garantizando calidad y entrega en sus productos. Manteniendo de esta manera, siempre la seriedad en su labor.		

Continuación Tabla2. Matriz informativa Vulcano Shoes

<b>UBICACIÓN DE LA EMPRESA:</b>	
<b>MISIÓN</b>	Diseñar, Fabricar y Comercializar nuestros productos, teniendo siempre como prioridad la calidad en la realización de cada trabajo, la seriedad digna de una empresa de prestigio, satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes.
<b>VISIÓN</b>	Ser una empresa con reconocimiento a nivel nacional e internacional a través de productos que muestren calidad, confort y precios competitivos.

### Diagrama organizacional



Figura 13. Diagrama organizacional de Vulcano Shoes

En la Figura13 se presenta la forma en la que está organizada la empresa, la cual posee como ente de máximo rango a la gerencia la cual se encarga de establecer las normas generales, organizar y dirigir la empresa, regular contrataciones y supervisar al personal, el departamento administrativo ayuda con la parte financiera de la empresa, es decir compra de insumos, ventas, pagos. En el área de diseño se da forma a nuevos

productos para mantener a vulcano Shoes en innovación con el mercado y sus exigencias.

En producción se planifica y ensambla el calzado, aquí el jefe de producción indica la cantidad y el modelo a producirse durante la jornada, supervisa las acciones del personal y lleva el registro de producción, el comité de calidad indica las normas de calidad a cumplirse para recepción de materia prima y despacho de producto terminado. En el departamento de ventas es el encargado de la venta y distribución del producto final, la atención del cliente, la planificación de visitas a clientes y la elaboración de mapas de rutas.

### **Mapa de procesos**

Para establecer de manera más detallada los procesos desde su inicio hasta su culminación y los vínculos que existen entre los procesos se elabora el mapa de procesos Figura 14. Dentro del mapa se evidencian tres categorías las cuales son: procesos estratégicos, procesos de negocio y procesos de apoyo.

#### **Procesos estratégicos**

- **Gestión estratégica:** Se encarga de la dirección empresarial la cual es respaldada por la misión y visión.
- **Investigación de mercado:** Se encarga de la recopilación de información para la toma de decisiones en la empresa con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes
- **Gestión Financiera:** administra los recursos de la empresa, asegurando que sean los suficientes para cubrir los gastos de la empresa.
- **Gestión de calidad:** conjunto de elementos que permiten alcanzar los objetivos de la organización en los aspectos de calidad.

#### **Procesos de negocio**

- **Cliente (entrada):** son las necesidades y requerimientos que la empresa tiene que satisfacer.
- **Recepción de Pedidos:** Las especificaciones de los clientes son respetados

en órdenes de pedido donde se detalla las cantidades a fabricar con sus respectivas fechas de entrega.

- **Planificación:** Se detalla la materia prima, el recurso humano y la disposición de maquinaria para la elaboración del producto.
- **Compras:** Son las especificaciones de la materia prima e insumos necesarios para los procesos de manufacturación del producto.
- **Venta de productos en locales Vulcano:** El producto se comercializa en los locales propios de la empresa.
- **Entrega de pedidos:** Las solicitudes de los clientes son atendidas acorde a la fecha especificada de entrega
- **Logística:** La entrega de producto final hacia los puntos de venta se lo realiza en autos de la empresa acorde a una ruta marcada lo cual permite reducir el tiempo de la entrega y recursos para la empresa.
- **Servicio al cliente:** A través de llamadas telefónicas o correo electrónico de la empresa se atiende preguntas, inquietudes y sugerencias de las clientes relacionadas con la disponibilidad para la entrega del producto o características del mismo.
- **Cliente (salida):** una vez entregado el producto al cliente se garantiza que el producto cumpla con los requerimientos del cliente.

### **Procesos de apoyo**

- **Finanzas:** se encarga de administrar los recursos de la empresa, para buscar alternativas más eficientes para gastarlos.
- **Recursos Humanos:** Encargado de brindar al personal de la empresa un ambiente de trabajo adecuado, además de incentivar al trabajador al trabajo en equipo.
- **Infraestructura:** ambiente de trabajo óptimo que permita el buen desenvolvimiento de las actividades.
- **Tecnología de la información:** Encargado en garantizar un sistema que permita registrar, controlar y archivar la información dentro de las áreas de la empresa.
- **Mantenimiento:** estima la calidad de la maquinaria y seleccionar el tipo de mantenimiento que requiera en plazos de tiempo estipulados.

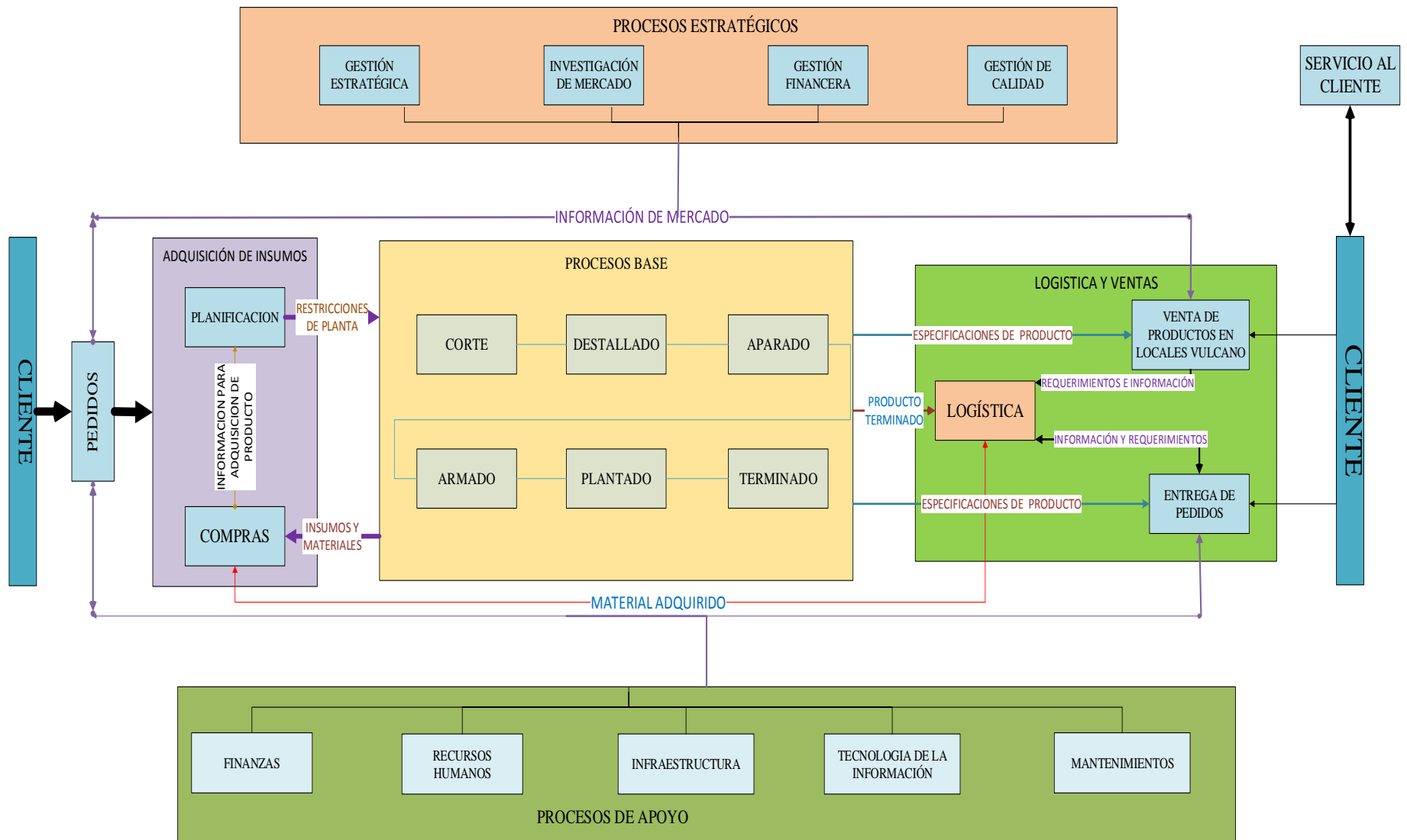


Figura 14. Mapa de procesos de Vulcano Shoes.



### 3.1.2 Levantamiento de procesos

#### Corte

El subproceso inicia con la selección de la materia prima la cual es transportada hacia la mesa de trabajo en donde con la ayuda de una cuchilla las piezas de un diseño complejo son cortada por el operario como se indica en la Figura 15, seguidamente piezas de un mayor tamaño son cortadas mediante la máquina troqueladora según lo indica la Figura 16. En esta sección, la labor es llevado a cabo por dos operarios. En la figura 17 se presenta el diagrama de flujo que posee el subproceso.



**Figura 15.** Corte del cuero.



**Figura 16.** Troquelado de piezas

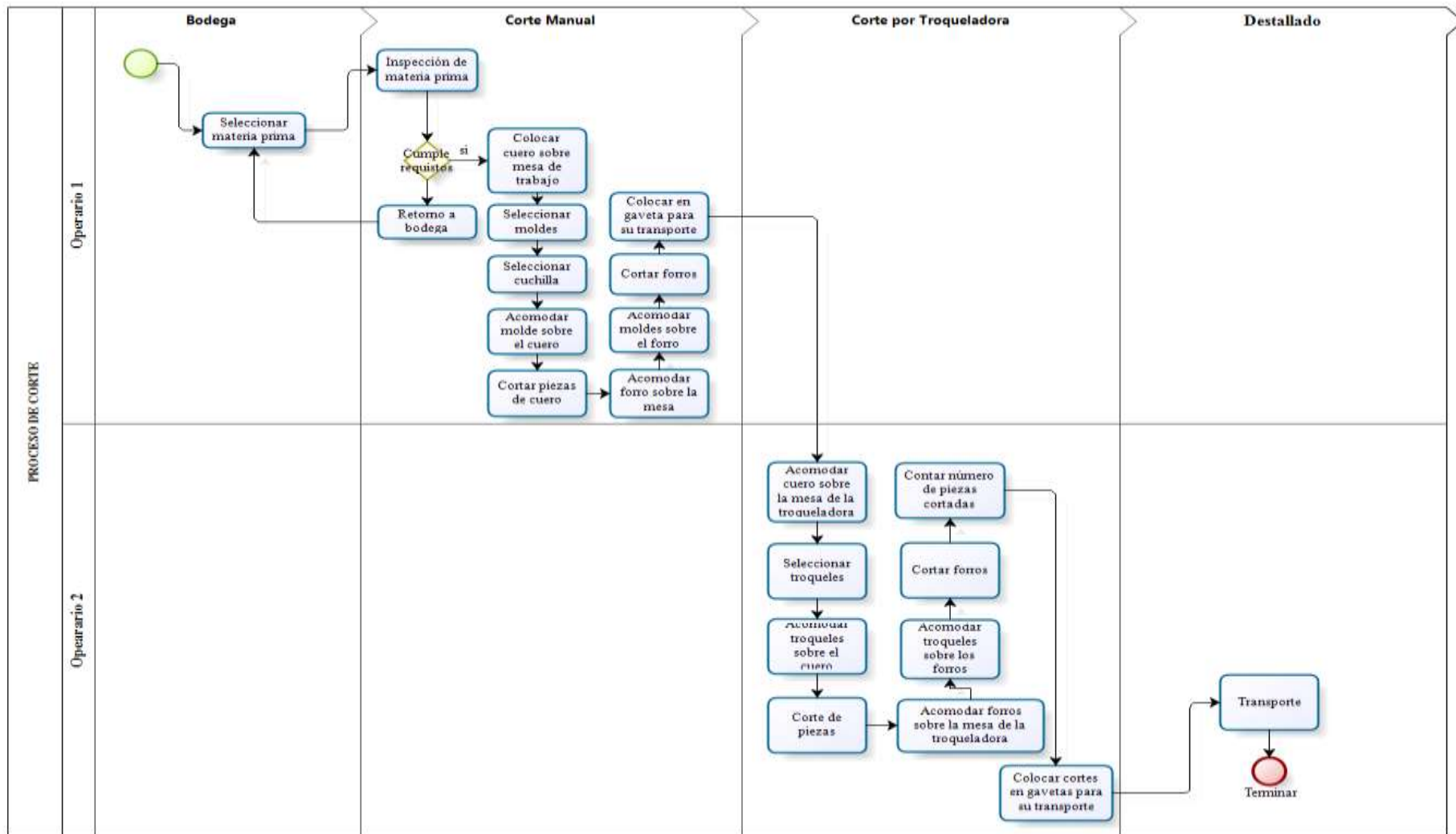


Figura 17. Diagrama de flujo del proceso de corte

## Destallado

Las piezas cortadas pasan a una máquina destalladora en la cual el operario desbasta el cuero en los laterales Figura 18. Seguidamente el desbaste es pintado para obtener uniformidad de la coloración del corte, después se revisa que los desbaste no presente alguna falla para ser transportados al área de aparado. En la figura 19 se puede apreciar el proceso con el cual se detalla cada pieza de cuero cortado.



Figura 18. Destallo de piezas

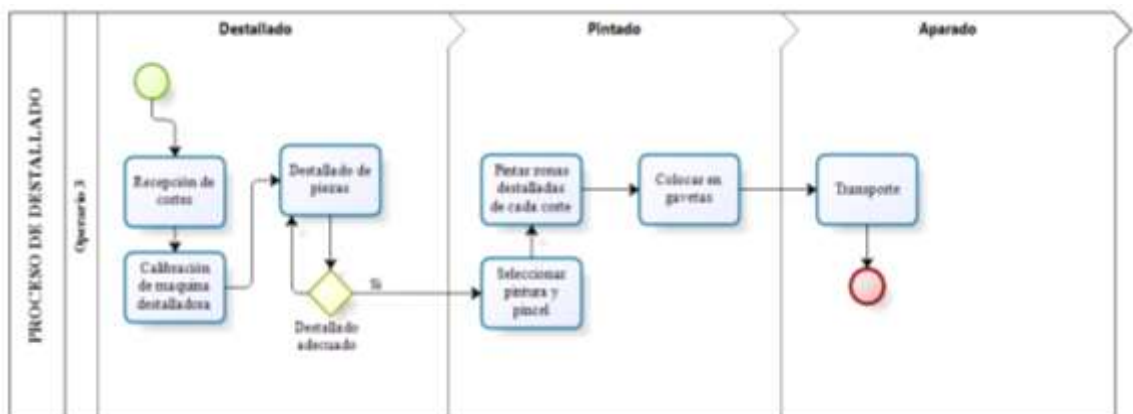


Figura 19. Diagrama de flujo proceso de destallado

## Aparado

Los operarios constatan el número de piezas y accesorios acorde a la orden de producción y modelo de calzado Figura 20. Después cada pieza de cuero es untada con isarcol y unida a los forros, esta unión es reforzada por costura para que seguidamente las piezas se constituyan en una sola pieza conocida como capellada Figura 21, seguidamente se cosen los detalles, se revisa la existencia de posibles fallas de costuras para que finalmente se procede a la perforación del cuero para unir los ojales. En la Figura 22 se presenta el diagrama de flujo en el cual se resume todas las actividades que conllevan este subproceso.



**Figura 20.** Revisión de piezas



**Figura 21.** Unión de cortes

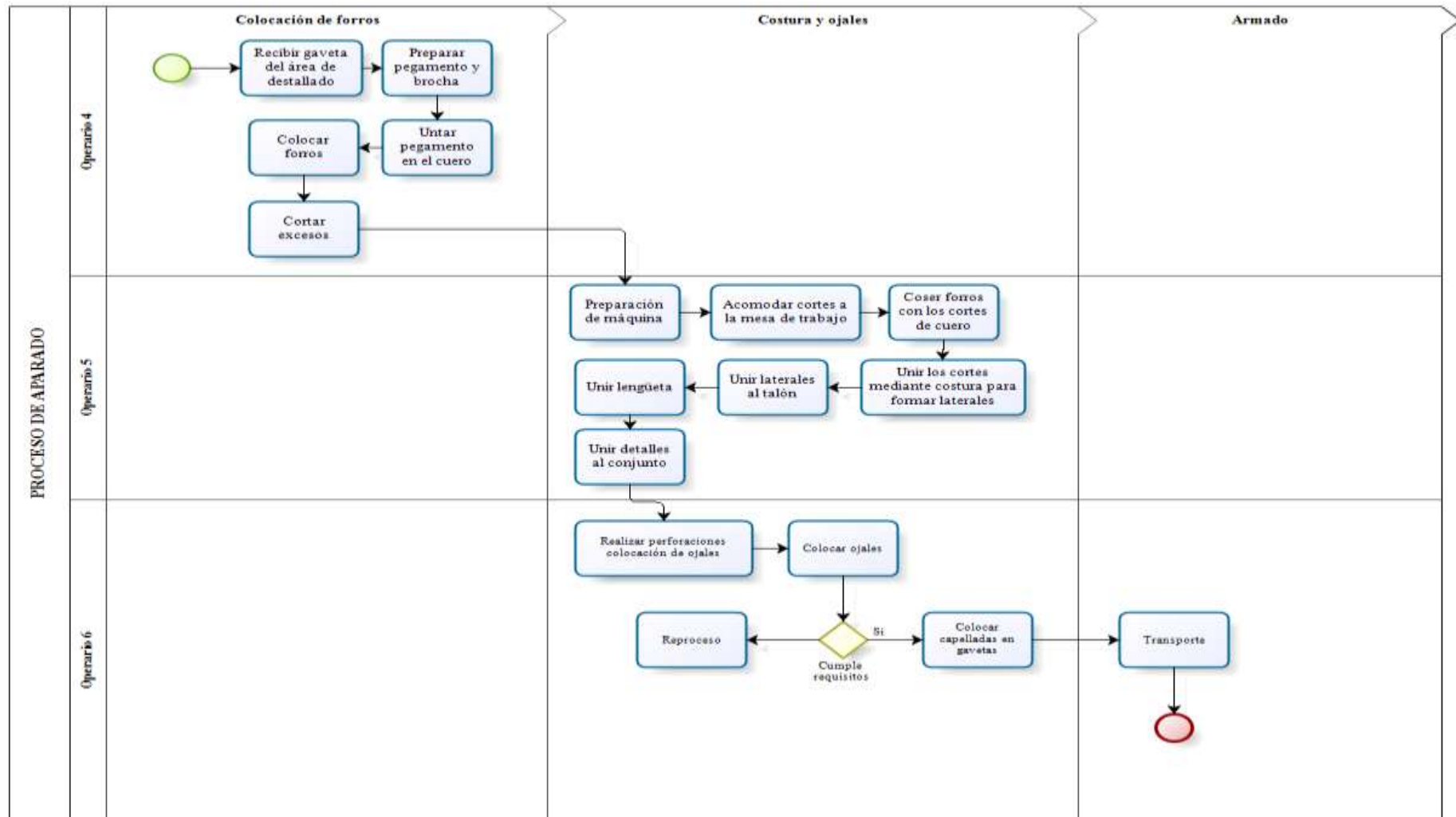


Figura 22. Diagrama de flujo proceso de aparado.

## Armado

Se empieza con el troquelado de plantillas estándar la cual es agregada a la horma según lo indica la Figura 23. Seguidamente en la horma se coloca la capellada la cual entra a la maquina conformadora en donde se da forma a la punta y al talón como se muestra en la Figura 24. Por último, pasa a un proceso en el cual mediante calor se reactiva el pegamento para poder estirar los laterales y fijarlos a la plantilla de forma más compacta mediante golpes de martillo como se expresa en la Figura 25.



**Figura 23.** Preparación de la horma



**Figura 24.** Armado de punta y talón



**Figura 25.** Armado de lados

Obsérvese en la Figura 22 que en el proceso de armado existen 2 entradas, la primera consiste en recibir los cortes unidos en el área de aparado, mientras que la segunda actividad, en el gráfico indicada como A, consiste en recibir textil el cual se troque la para formar las plantillas estándar.

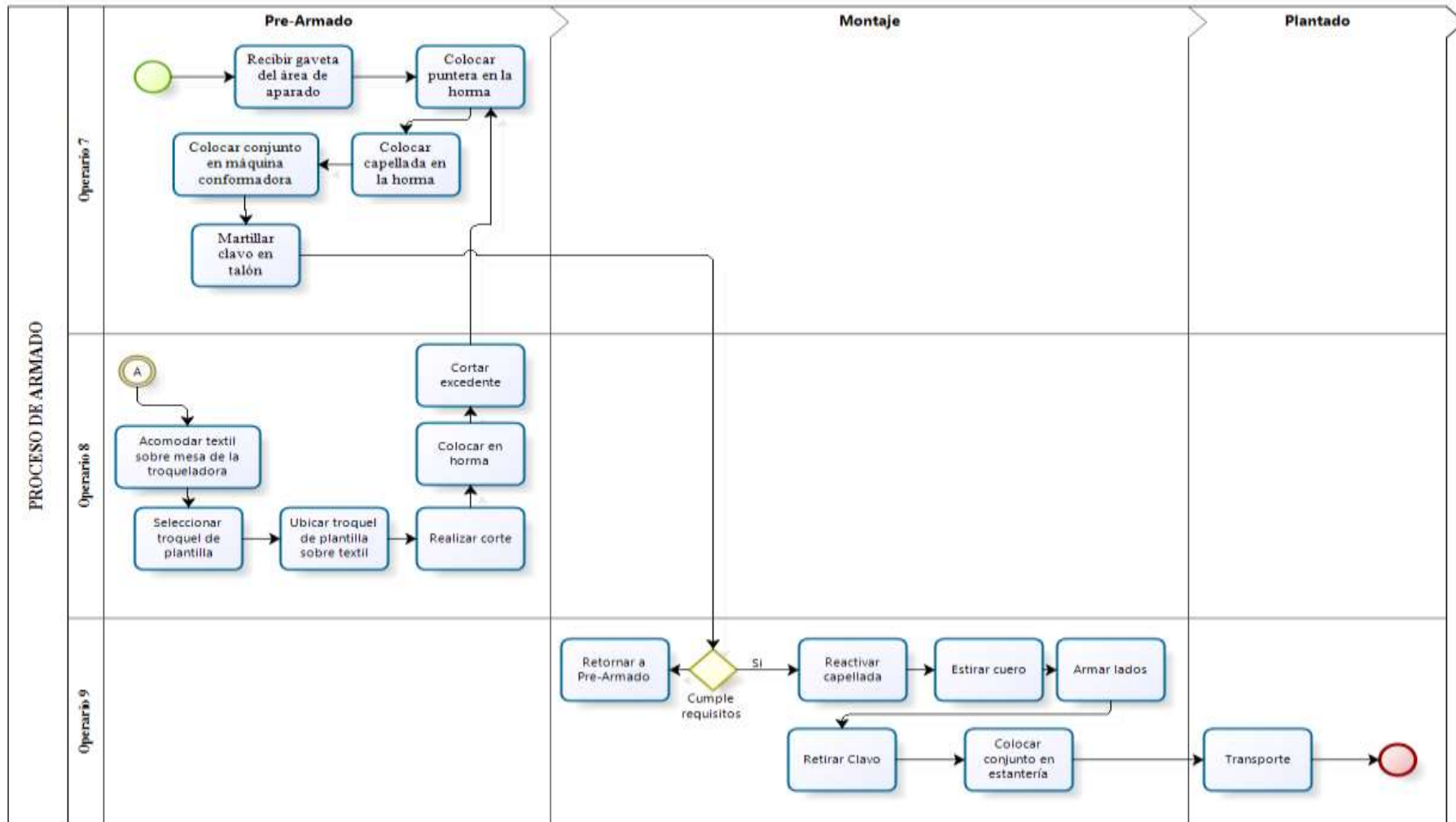


Figura 26. Diagrama de flujo proceso de armado



## **Plantado**

Se empieza con la preparación de las plantas para lo cual la plantilla recibe un tratamiento de limpieza con una solución la cual tras ser aplicada se espera alrededor de 12 minutos, pasado ese tiempo se aplica el reactivador para que el material de la planta pueda tener una mejor adherencia Figura 27. A continuación se pulen los filos de la capellana Figura 28 mediante un esmeril. Después se aplica el pegamento en la planta y la capellana, tras ello el conjunto se somete a una aplicación de calor reactivando así el pegamento de la capellana y planta lo cual permite al operario unir la capellana y la planta mediante golpes de martillo Figura 29, finalmente el conjunto es fijado definitivamente con una prensadora Figura 30.



**Figura 27.** Aplicación de reactivador



**Figura 28.** Pulimento de lados



**Figura 29.** Pre-Unido mediante martillo



**Figura 30.** Prensado

En la Figura 31 se aprecian 2 entradas, siendo la primera la recepción de material del área de armado, mientras que la entrada denominada como B se refiere al recibimiento de plantas que llegan desde la bodega.

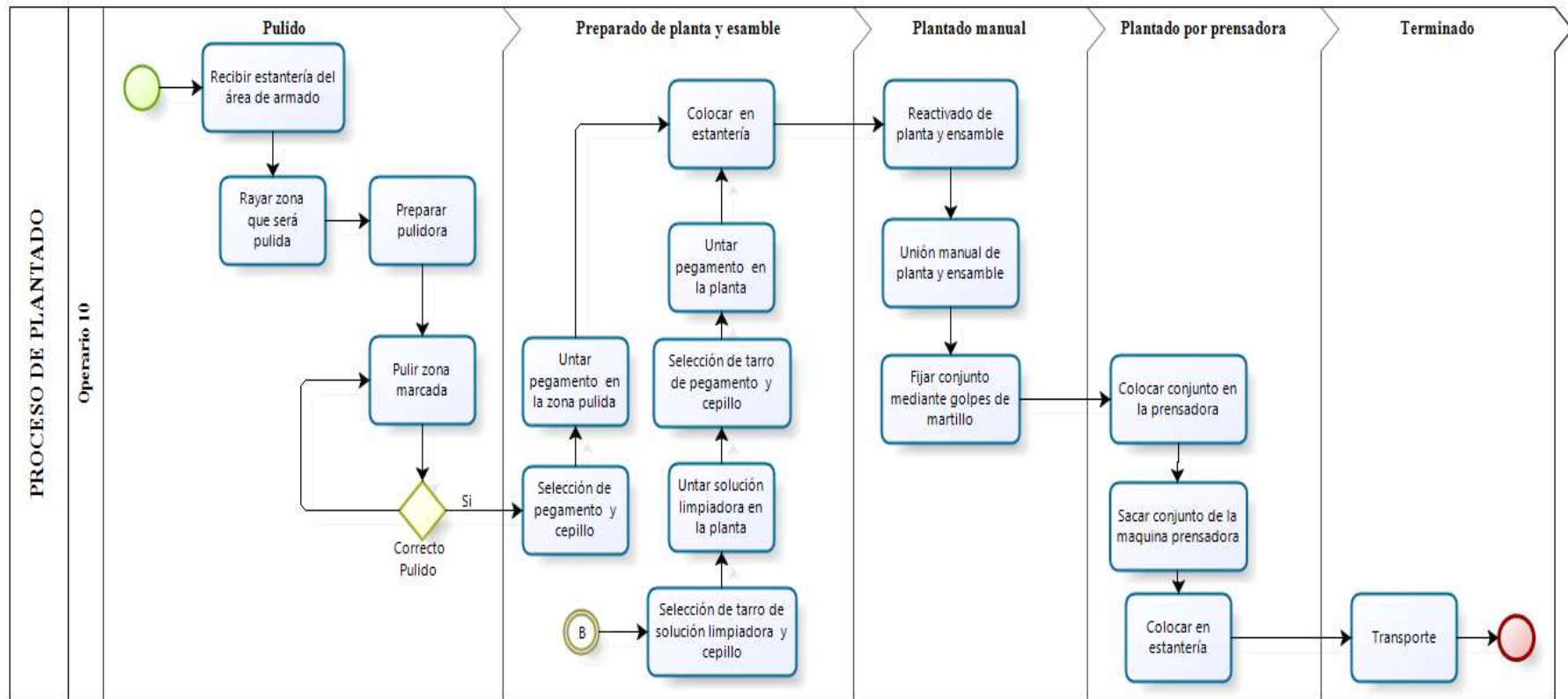


Figura 31. Diagrama de flujo proceso de plantado

## Terminado

En esta área se realiza la limpieza respectiva retirando pegante innecesario que sobresalga, pintando las imperfecciones, se coloca los cordones, plantillas, etiquetado de tallas y abrillantamiento del calzado Figura 32, para dar una mejor presentación del producto, para finalmente ser embodegado para su posterior venta en los locales Vulcano y la distribución a sus clientes. En la Figura 33 se presenta el diagrama de flujo para el área de terminado.



Figura 32. Proceso de terminado, colocación de plantillas, cordones y etiquetas

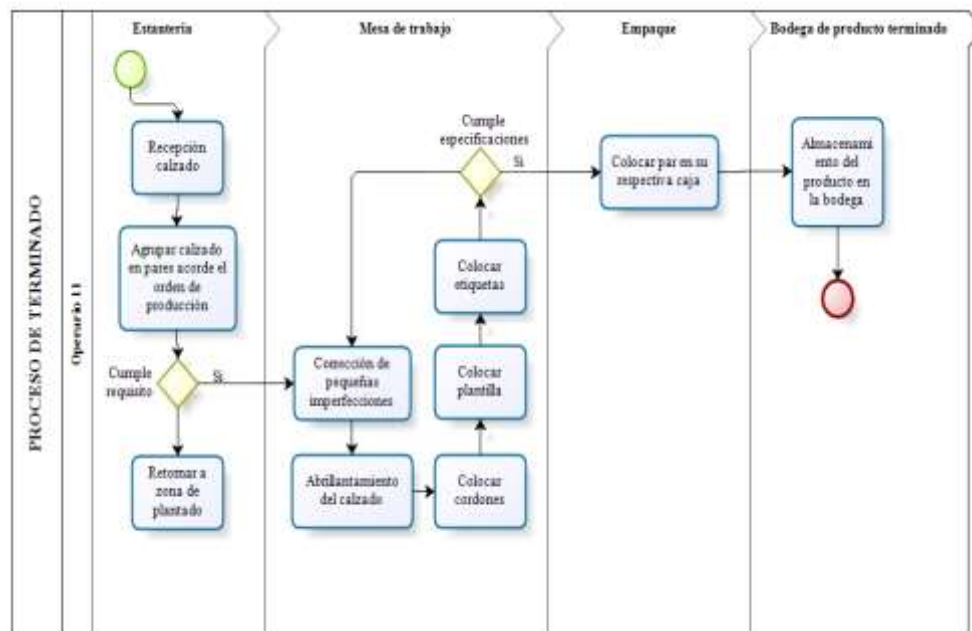


Figura 33. Diagrama de flujo proceso de terminado

### 3.1.3 Estudio de tiempos

Se busca el tiempo estándar con el cual opera cada área de trabajo, para lo cual se toma las muestras de tiempo a través del método vuelta a cero el cual indica que una vez se obtiene la muestra se debe resetear el cronometro, es decir restablecer el cronometro a cero para que cuando se realice la siguiente medición este empiece desde 0.

#### Número de observaciones a cronometrar

A través del método estadístico se calcula el número de observaciones necesarias para el estudio. Como se indica en la Tabla 3 se realizó 10 observaciones preliminares en el área de destallado.

Tabla 3. Observaciones preliminares para calcular la muestra

Observación preliminar (min)	Cuadrado de la observación(min)
6,184	38,24
5,72	32,72
6,47	41,86
6,22	38,69
5,46	29,81
6,28	39,44
5,12	26,21
5,61	31,47
6,44	41,47
6,51	42,38
60,014	362,300

En base a la ecuación 1 se obtendrá el número de observaciones a realizar

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{10(362,300) - (60,014)^2}}{(60,014)} \right)^2$$

$$n = 9,469 \approx 10$$

Empleando un porcentaje de confiabilidad del 95%, se debe realizar 10 observaciones o tomas de tiempo, para dar validez al resultado arrojado por el método, en la Tabla 1

el criterio General Electric indica que para un ciclo de entre 5 y 10 minutos se necesita de 10 observaciones[14].

### Valoración de ritmo de trabajo

En el proceso además hay que tomar en cuenta al trabajador, por lo cual, aplicando el criterio de la escala de valoración británica, se asigna una valoración de rendimiento del operario la cual mide la velocidad con la cual realiza una acción, la velocidad en el estudio se refleja como el tiempo en el cual se completa una acción[14].

Acorde a observación y criterios del gerente e investigador se identificó que los operarios presentan un ritmo tipo es decir un porcentaje de 100% de rendimiento, como lo expresa la Tabla 4.

**Tabla 4.** Valoración Británica para valorar ritmo de trabajo

Tabla Británica de valoración	
Norma Británica	Descripción de desempeño
0	Actividad nula
50	Muy lento, movimientos torpes, inseguros, el operador parece dormido y sin interés en el trabajo.
75	Obrero constante sin prisa, como obrero no pagado al destajo, pero bien dirigido y vigilado, parece lento, pero no pierde tiempo por de adrede mientras lo observen.
100	Activo, capaz, como obrero calificado medio, pagado a destajo, logra con tranquilidad el nivel de presión y calidad fijada. (Pagado por obra)
125	Operario muy rápido, el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos. Muy por encima del obrero calificado medio.
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de dudar o descansar por largos periodos, actuación de virtuosos solo alcanzado por unos pocos trabajadores.

Con el índice de desempeño obtenido, se realizan las 10 observaciones por cada área del proceso, seguidamente se calcula el tiempo normal mediante la ecuación 2

$$TN = T * Id \quad (2)$$

En donde:

TN = Tiempo Normal

Tp = Tiempo Promedio

Id = Índice de Desempeño

En la Tabla 5 se indica que el primer paso es realizar la descripción de actividades que conlleva el proceso, seguidamente se calcula el tiempo normal en función de la ecuación 2 como se muestra en la Tabla 6, este proceso se repite en todas las áreas del proceso productivo.

**Tabla 5.** Descripción de actividades en el área de corte

Descripción de Actividades			
MATERIAL	Cuero, Forros		
OPERACION	Corte		
MAQUINARIA	Troqueladora		
A	Selección e inspección de materia prima	F	Corte de piezas de cuero por troqueladora
B	Transporte hacia mesa de corte	G	Corte de forros por troqueladora
C	Corte manual de piezas de cuero	H	Conteo e inspección de piezas cortadas
D	Corte manual de forros	I	Colocar en conjunto
E	Transporte hacia troqueladora	J	Transporte hacia máquina destalladora


**Tabla 6.** Cálculo del tiempo normal

Estudio de Tiempos Propuesto															
ÁREA	Corte										Hora de comienzo	9:00			
OPERACION	Cortado de piezas de cuero y forros										Hora de Término	12:00			
MAQUINA	Troqueladora										Observado Por	Cristian Suárez			
NOTA	corte del cuero manualmente y con troqueladora										Operarios	2			
Nº	ELEMENTO	CICLOS(s)										Resumen			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	Prom	Id	TN
1	A	42,66	40,43	37,42	41,39	40,29	43,72	42,98	44,12	42,49	44,63	420,13	42,013	1	42,013
2	B	6,87	6,98	6,64	6,73	6,78	7,28	7,16	6,85	6,94	6,97	69,20	6,92	1	6,92
3	C	88,88	88,35	89,62	89,65	90,66	90,55	89,45	89,22	89,34	91,25	896,97	89,697	1	89,697
4	D	34,92	36,32	35,5	35,67	35,21	35,88	35,71	36,12	35,64	35,39	356,36	35,636	1	35,636
5	E	34,3	33,76	33,98	32,78	36,87	33,01	33,76	33,87	31,87	34,48	338,68	33,868	1	33,868
6	F	22,56	20,87	19,74	20,08	21,98	21,62	21,45	22,52	21,76	20,87	213,45	21,345	1	21,345
7	G	20,58	19,34	19,45	19,62	19,22	18,7	18,82	19,27	18,34	19,03	192,37	19,237	1	19,237
8	H	32,76	34,12	32,3	32,65	31,67	32,79	32,08	32,93	31,9	32,68	325,88	32,588	1	32,588
9	I	4,43	3,86	4,12	4,32	4,06	4,07	4	3,42	4,43	4,21	40,92	4,092	1	4,092
10	J	28,02	28,56	29,34	27,67	28,71	28,48	28,45	29,5	28,12	28,41	285,26	28,526	1	28,526
												TN (s)	313,922		
												TN (min)	5,232		

Nota: T= Total, Prom = Promedio, Id: Índice de desempeño, TN = Tiempo Normal

El tiempo normal ya calculado es plasmado en un diagrama de ensamble en el cual se representa de forma gráfica las principales operaciones e inspecciones de cada área de trabajo como se indica en la Tabla 7 y para mostrar la información de una manera más detallada es decir plasmar operaciones, inspecciones, tiempos y distancias se utiliza el cursograma analítico Tabla 8.

**Tabla 7.** Diagrama de ensamble área de corte

	<b>PROCESO DE CORTE</b>		<b>Código:</b> DDEC-01	
			<b>Fecha de elaboración:</b>	
			<b>Revisión:</b>	
			<b>Elaborado por:</b> Cristian Suárez	
			<b>Aprobado por:</b> Ing, John Reyes	
<b>DIAGRAMA SINOPTICO</b>	<b>MÉTODO:</b> ACTUAL			
<b>DIAGRAMA 01</b>	<b>HOJA 1 DE 1</b>	<b>LUGAR:</b> Área de Producción		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>Corte por Troqueladora</b></p> <p>21,345s → <b>O3</b> Corte de piezas de cuero</p> <p>↓</p> <p>19,237s → <b>O4</b> Corte de forros</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>Corte Manual</b></p> <p>42,013s → <b>I1</b> Selección e inspección de materia prima</p> <p>↓</p> <p>89,697s → <b>O1</b> Corte de piezas de cuero</p> <p>↓</p> <p>35,636s → <b>O2</b> Corte de forros</p> <p>↓</p> <p>32,588s → <b>I2</b> Conteo e Inspección de piezas</p> <p>↓</p> <p>4,092s → <b>O5</b> Colocar en gaveta</p> </div> </div> <p><i>Note: An arrow connects O4 to O2.</i></p>				
<b>RESUMEN</b>				
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TIEMPO</b>		
<b>OPERACIONES</b>	5	170,007 s		
<b>INSPECCIONES</b>	2	74,601 s		
<b>TOTAL</b>	7	244,608 s	4,0768 min	



**Tabla 8. Cursograma Analítico área de corte**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL							
DIAGRAMA DE PROCESO									
EMPRESA:	Vulcano Shoes	MÉTODO ACTUAL	<input checked="" type="checkbox"/>	MÉTODO PROPUESTO	<input type="checkbox"/>	HOJA #:	1 de 1		
PRODUCTO ANALIZADO:	Calzado					FECHA:			
DEPARTAMENTO:	Vulcano Shoes	REALIZADO POR:	Cristian Suárez			DIAGRAMA #:	1		
ÁREA:	Planta	REVISADO POR:	Ing. John Reyes						
ESTACIÓN ANALIZADA:	Corte	OPERARIO(S) A CARGO:	TODOS						
SUB-ESTACIÓN ANALIZADA:		OPERACIÓN:				LÍNEA:	TODAS		
Identificación de Operaciones		Cantidad	OPERACIÓN:		Símbolos del Diagrama			Observaciones	
Nº	Descripción de Operaciones		Distancia (m)	Tiempo (s)					
1	Selección e inspección de materia prima			42,013					
2	Transporte hacia mesa de corte		1,1800	6,92					
3	Corte manual de piezas de cuero			89,697					
4	Corte manual de forros			35,636					
5	Transporte hacia troqueladora		16,85	33,868					
6	Corte de pieza de cuero por troqueladora			21,345					
7	Corte de forros por troqueladora			19,237					
8	Conteo e inspección de piezas cortadas			32,588					
9	Colocar en gaveta			4,092					
10	Transporte hacia máquina destalladora		14,67	28,526					
RESUMEN									
ACTIVIDAD		CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	AHORRO (\$)	OBSERVACIONES			
OPERACIÓN		5	170,007						
TRANSPORTE		3	69,314	32,7000					
INSPECCIÓN		2	74,601						
DEMORA									
ALMACENAJE									
TOTAL		10	313,922	32,7000					

## Suplementos

Determinado el tiempo normal se procede a buscar el tiempo estándar para lo cual es necesario tener en cuenta los suplementos los cuales son valores que se brinda al cálculo para compensar fatiga o descanso además de necesidades básicas del operario[11]. La Figura 1 lista los suplementos existentes.

## Tiempo Estándar

Mediante observación detallada y criterio del observador se indican los suplementos variables acorte cada área de trabajo y con la ecuación 3 se calcula el tiempo estándar

mostrando así el tiempo estándar para cada área como se muestra en la Tabla 9.

$$TS = \frac{TN}{1 - \left( \frac{\sum \text{suplementos}}{100} \right)} \quad (3)$$

**Tabla 9.** Cálculo del Tiempo Estándar

ÁREA	Corte		
OPERACIÓN	Corte de cuero y forros		Genero
			M
Suplementos Constantes			Valor
	A	Suplementos por necesidades personales	5
	B	Suplemento base por fatiga	4
Suplementos Variables	A	Trabajo de pie	2
	B	Postura anormal (inclinado)	2
Suma de suplementos			13
NOTA: TN= Tiempo Normal TS= Tiempo Estándar		TN (min)	5,232
		TS (min)	6,014

Siguiendo el mismo procedimiento se calcula el tiempo estándar para todas las áreas de trabajo Anexo A, en la Tabla 10 se muestra el tiempo estándar total y por cada área de trabajo.

**Tabla 10.** Resumen del tiempo estándar en cada área de trabajo

Área de trabajo	Tiempo Estándar (min)
Corte	6,014
Destallado	7,138
Aparado	13,620
Armado	5,959
Plantado	30,750
Terminado	4,218
Total	67,459

Con la ecuación 4 se calcula la capacidad de producción Cp actual de la empresa, finalizando la etapa del estudio de tiempos.

$$Cp = \frac{1}{TS} \quad (4)$$

$$Cp = \frac{1}{6,014 \text{min/corte}}$$

Se multiplica el tiempo en minutos que significa una jornada laboral de 8 horas y por 2 para identificar cantidad de cortes por par.

$$Cp = 0,166 \frac{\text{cortes}}{\text{min}} * \frac{480 \text{min}}{\text{jornada}} * 2$$

$$Cp = 159,628 \text{ cortes par/jornada}$$

Se calcula la capacidad de producción para cada área de trabajo como se evidencia en la Tabla 11.

**Tabla 11.** Resumen capacidad de producción en cada área de trabajo

Área	TS (min)	CP (pares)	CP diaria (pares)	Cp mensual (pares)
Corte	6,014	0,166	79,814	159,628
Destallado	7,138	0,140	67,246	134,491
Aparado	13,620	0,073	35,242	70,485
Armado	5,959	0,168	80,550	161,101
Plantado	30,750	0,033	15,610	31,220
Terminado	4,218	0,237	113,798	227,596

De la Tabla 11 se evidencia que la capacidad de producción más elevada se encuentra en el área de terminado mientras que la de menor valor en el área de plantado mostrando que esta última es el cuello de botella, es así que la capacidad de Vulcano Shoes es de 31 pares diarios, esto se debe a que la capacidad de una empresa se rige al proceso más lento es decir el cuello de botella.

Mediante la ecuación 5 se busca la capacidad instalada de la empresa

$$\text{Capacidad Instalada} = Cp \text{ por pares} * \text{días laborables al mes} \quad (5)$$

$$\text{Capacidad Instalada} = 31,228 \frac{\text{pares}}{\text{jornada}} * \frac{20 \text{ jornadas}}{1 \text{ mes}}$$

$$\text{Capacidad Instalada} = 624,39 \frac{\text{pares}}{\text{mes}}$$

Mediante el estudio de tiempos se evidenció una capacidad de 31 pares esto debido al cuello de botella presente en la zona de plantado, lo que permite a Vulcano Shoes poseer una capacidad instalada de 624 pares al mes, cabe recalcar que este valor irá cambiando acorde a los meses del año como se muestra en la Tabla 12.

**Tabla 12.** Capacidad Instalada mensual en pares de zapatos

Mes	Capacidad Planta (pare)	Días laborales	Capacidad Instalada (pares)
Enero	31,220	20	624,390
Febrero	31,220	20	624,390
Marzo	31,220	19	593,171
Abril	31,220	21	655,610
Mayo	31,220	21	655,610
Junio	31,220	20	624,390
Julio	31,220	23	718,049
Agosto	31,220	22	686,829
Septiembre	31,220	21	655,610
Octubre	31,220	22	686,829
Noviembre	31,220	21	655,610
Diciembre	31,220	19	593,171

### 3.1.4 Estrategia de producción

Se conocen 3 tipos de estrategias de producción, la primera es la de producir para existencia, es decir se produce acorde a la capacidad de la empresa, tratando de tener un nivel de inventario que garantice rapidez a la hora de entrega los productos a los clientes, otra forma es producir por pedido la cual solo satisface las entregas al cliente, tratando de evitar inventario o tenerlo al mínimo, la tercera estrategia es la híbrida, en la cual una empresa trabaja para existencia y por pedido [15].

Por palabras del gerente de Vulcano Shoes, existen meses en los cuales los pedidos de clientes que superan los 100 pares y para cumplir con la demanda la empresa tiene que guardar una cierta cantidad de modelos que posiblemente estén dentro de esos pedidos, razón por la cual se puede asegurar que la empresa posee una estrategia de producción mixta.

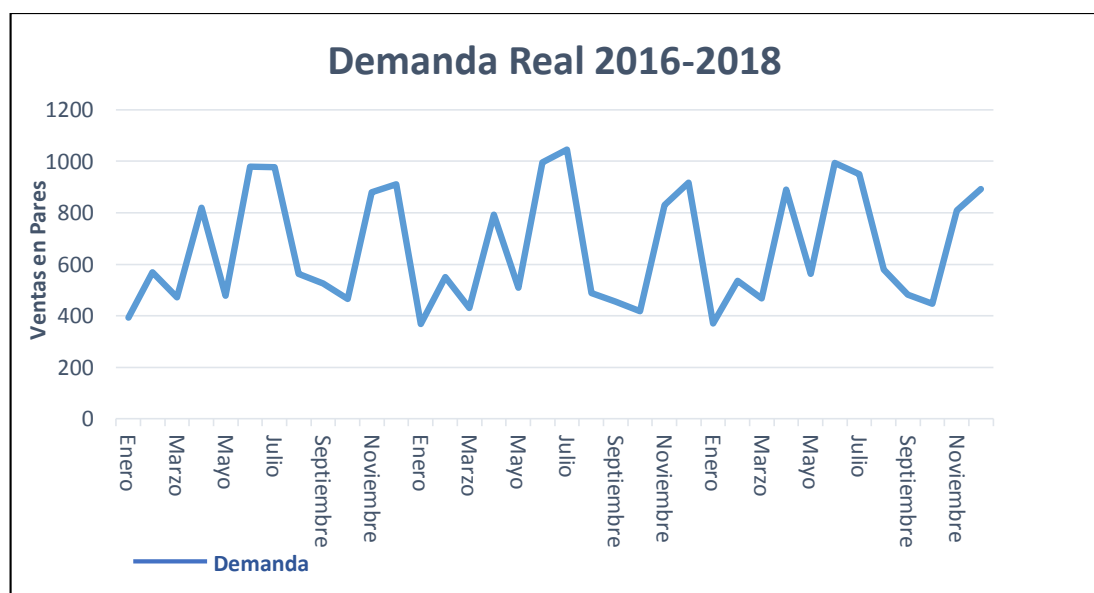
### 3.2.1 Información histórica de ventas

Para la posterior clasificación de los productos es necesario la revisión de los históricos de venta que posee Vulcano Shoes, en la Tabla 13 se muestra los históricos de venta desde el año 2016 hasta el año 2018.

**Tabla 13.** Histórico de la demanda

Mes	2016	2017	2018
Enero	392	369	370
Febrero	570	551	536
Marzo	471	430	468
Abril	820	792	890
Mayo	478	509	562
Junio	980	995	993
Julio	977	1045	950
Agosto	563	488	579
Septiembre	526	455	482
Octubre	466	418	447
Noviembre	880	829	809
Diciembre	910	918	893
<b>TOTAL</b>	<b>8033</b>	<b>7799</b>	<b>7979</b>

Mediante los datos de la Tabla 13 se elabora la Figura 34 la cual muestra la fluctuación de la demanda



**Figura 34.** Fluctuación de la demanda

De la Figura 34, se evidencia picos demasiado pronunciados en los meses de junio, julio, noviembre y diciembre, esto se debe a que en esos meses entran pedidos que superan los 100 pares.

### 3.2.2 Clasificación ABC

Clasificar por ABC consiste en aplicar la ley del 80/20 o ley de Pareto, lo cual indica que del 100 % el 20% el algo esencial mientras que el restante es algo trivial. Se clasifica los productos como tipo A aquellos que generen el 80% de los ingresos totales, el 15% se clasificarán como tipo B y el restante 5% como tipo C. Permitiendo así separar a los artículos importantes de aquellos que no representan mayor valor; para iniciar se obtiene el histórico de ventas recientes, es decir las correspondientes al año 2018 como se muestra en la Tabla 14.

Para realizar la clasificación es necesario conocer el porcentaje de ventas que posee cada modelo vendido, para lo cual se aplica la ecuación 6.

$$\%ventas = \frac{ventas\ modelo}{ventas\ totales} * 100\% \quad (6)$$

Mediante el uso de la ecuación 7 se identifica el porcentaje de ventas acumulado, el cual es la suma del porcentaje anterior más porcentaje actual

$$\%Acumulado x_i = \%Acumulado x_{i-1} + \%ventas x_i \quad (7)$$

Se presenta como ejemplo el cálculo de estos ítems

$$\%ventasMO01 = \frac{939}{7979} * 100\% = 11,77\%$$

$$\%Duende2 = 11,77\% + 10,03\% = 21,79\%$$

En proceso se aplica a todos los modelos de zapatos existentes, después con la ayuda del porcentaje acumulado se clasificará a cada grupo acorde el criterio de Pareto como se indica en la Tabla 15.

**Tabla 14.** Ventas en pares de calzado correspondientes al año 2018

Número	Modelo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
1	MO11	58	68	52	71	62	105	127	73	43	70	112	98	939
2	DUENDE 2	47	68	64	82	59	91	70	61	51	48	65	94	800
3	RL08	53	49	52	80	49	90	105	60	31	48	101	67	785
4	CESAR	54	62	50	88	43	96	91	62	37	39	73	76	771
5	CLAUDE	43	38	50	93	49	89	100	49	59	37	82	70	759
6	BO04	41	40	48	78	68	84	86	55	42	41	64	55	702
7	RM01	28	39	46	78	49	100	108	41	23	23	56	49	640
8	BO15	23	39	24	59	25	44	44	20	40	24	53	58	453
9	BO05	11	22	22	47	32	78	35	24	27	22	49	69	438
10	MONTAÑA 01	5	5	7	24	14	30	30	11	19	15	29	31	220
11	V01	4	14	6	20	20	19	24	17	10	10	19	37	200
12	DEPORTIVO1		1	4	10	7	8			16	13	2	36	97
13	DUENDE		1		10	3	8		11	18		9	30	90
14	CESAR04		3	1	15	3	14		4	12		15	23	90
15	RO13			9	11	9	23	21	1	4	4	2	13	97
16	BM		10	2	11	7	5	14	5	11	9	8	6	88
17	BO03		7	1	16			14	14	7	5	5	13	82
18	BOTA MILITAR		12	1	8	4	8	1	7		9	17	13	80
19	CLAUDE 12		3	1	8	8	18	14	9	5	4	2	3	75
20	MERRY		6		16	9	10	1	1	3	1	11	12	70
21	V022		9	6	8		9	11	9	1		9	4	66
22	RL	1	12	2	9	2	5	9	8		8	5	4	65
23	M015		2	1	7	3	10	1	6	10	9	1	2	52
24	DM		6		7	8	6	4	7		1	3	4	46
25	V017		5	2	6	4	7	8	4	1	2	2	4	45
26	CESAR6				8	4	9	8	6		3	3	1	42
27	DEPORTIVO03		6	6	5	6	5	5	1	3	1			38
28	BM15		3	4	2	5	4	6	3	4		1	5	37
29	BC	1		5			7	5	3			4	7	32
30	L18		2		7	8	8	5	1	1		2	5	39
31	MO04	1	2	1	6	1		2	2	3		2	2	22
32	VD1		2	1		1	3	1	4	1	1	3	2	19
<b>TOTAL</b>		<b>370</b>	<b>536</b>	<b>468</b>	<b>890</b>	<b>562</b>	<b>993</b>	<b>950</b>	<b>579</b>	<b>482</b>	<b>447</b>	<b>809</b>	<b>893</b>	<b>7979</b>

**Tabla 15. Criterio de clasificación**

Criterio para clasificación ABC		
Criterio	Grupo	Color representativo
< 80%	A	
95% >X > 80%	B	
>95%	C	

Aplicando la regla de Pareto se clasificó los productos que manufactura Vulcano Shoes como se indica en la Tabla 16. Mostrando que aquellos que obtienen el criterio A son los modelos que generan el mayor rédito a la empresa Vulcano Shoes.

**Tabla 16. Clasificación ABC de modelos de calzado**

Número	Modelo	Total General	% Ventas	% Acumulado	Tipo
1	MO11	939	11,77%	11,77%	A
2	DUENDE 2	800	10,03%	21,79%	A
3	RL08	785	9,84%	31,63%	A
4	CESAR	771	9,66%	41,30%	A
5	CLAUDE	759	9,51%	50,81%	A
6	BO04	702	8,80%	59,61%	A
7	RM01	640	8,02%	67,63%	A
8	BO15	453	5,68%	73,30%	A
9	BO05	438	5,49%	78,79%	A
10	MONTAÑA 01	220	2,76%	81,55%	B
11	V01	200	2,51%	84,06%	B
12	DEPORTIVO1	97	1,22%	85,27%	B
13	DUENDE	90	1,13%	86,40%	B
14	CESAR04	90	1,13%	87,53%	B
15	RO13	97	1,22%	88,75%	B
16	BM	88	1,10%	89,85%	B
17	BO03	82	1,03%	90,88%	B
18	BOTA MILITAR	80	1,00%	91,88%	B
19	CLAUDE 12	75	0,94%	92,82%	B
20	MERRY	70	0,88%	93,70%	B
21	V022	66	0,83%	94,52%	B
22	RL	65	0,81%	95,34%	C
23	M015	52	0,65%	95,99%	C
24	DM	46	0,58%	96,57%	C
25	V017	45	0,56%	97,13%	C
26	CESAR6	42	0,53%	97,66%	C
27	DEPORTIVO03	38	0,48%	98,13%	C
28	BM15	37	0,46%	98,60%	C
29	BC	32	0,40%	99,00%	C
30	L18	39	0,49%	99,49%	C
31	MO04	22	0,28%	99,76%	C
32	VD1	19	0,24%	100,00%	C

Con la información de la Tabla 16 se construye el diagrama de Pareto Figura 35 en la cual se ratifica que son 9 modelos que cumplen la ley del 80:20.



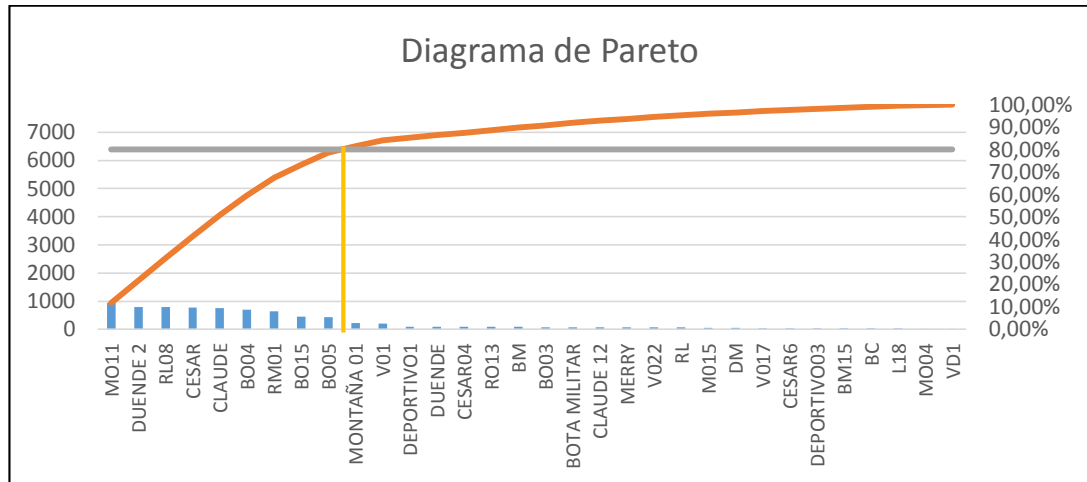


Figura 35. Diagrama de Pareto

### 3.3.1 Pronóstico de la demanda

Para evidenciar el comportamiento de la demanda en los próximos periodos es necesario el uso de pronósticos que son predicciones de lo que sucederá con un elemento determinado, cabe recalcar que estas predicciones no son 100% exactas, pero ayudan a tener una noción del comportamiento de un producto conforme pase el tiempo [23].

Es así que para realizar esta predicción se pueden usar técnicas tales como: regresión lineal, promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavización exponencial simple y suavización exponencial con tendencia, estos métodos se rigen a la cantidad de datos históricos, el patrón de los datos y el horizonte del pronóstico [15].

A través del método de los factores ponderados se compara 4 métodos de pronóstico como se indica en la Tabla 17. El método A corresponde a la técnica de Regresión Lineal, B al Promedio Móvil Simple, C al Promedio Móvil Ponderado y D representa la Suavización Exponencial con Tendencia

Tabla 17. Método de los factores ponderados

Factores	Peso relativo %	Técnica de pronóstico							
		A	peso	B	peso	C	peso	D	peso
Patrón de los datos	0,6	8	4,8	8	4,8	8	4,8	8	4,8
Horizonte de tiempo	0,3	10	3	1	0,3	1	0,3	1	0,3
Cantidad de datos históricos	0,1	9	0,9	5	0,5	8	0,8	8	0,8
Total	1	8,7		5,6		5,9		5,9	

## **Factores**

Se le da mayor peso relativo al factor patrón de datos pues al analizar productos como el calzado el punto más importante es la estacionalidad, el factor horizonte de tiempo indica un periodo o lapso de tiempo que se desea pronosticar existiendo periodos corto, mediano y largo plazo. El último factor indica con cuantos datos se puede trabajar dentro de un pronóstico.

## **Escala de peso o calificación**

Para dar un peso para cada factor se utiliza una escala del 1 al 10 en donde 10 indica óptimo y 1 indica que es ineficiente. Es así como, en el factor patrón de datos todos reciben calificación de 8 esto debido a que en todos permiten realizar pronósticos con estacionalidad. En el factor de horizonte de tiempo se evidencia la mayor calificación esto se debe a que solo el método de regresión lineal permite pronósticos a mediano plazo, el resto únicamente a corto plazo.

Finalmente, en el último factor a considerar el método de regresión lineal permite el trabajo de grandes cantidades de datos, de manera similar los métodos C y D, pero el método B solo permite cantidades bajas. Una vez colocados los pesos relativos y las ponderaciones para cada alternativa se multiplica el peso relativo con la ponderación obteniendo el peso que tiene cada factor, al final se suman esos pesos y se obtiene un peso total, dando como resultado que para este caso de estudio el método de regresión lineal es adecuado.

## **Regresión Lineal**

A partir de los datos históricos de la Tabla 14 se procede a pronosticar la demanda, para lo cual el primer paso consiste en desglosar cada año en trimestres, desglosado se calcula el promedio trimestral para cada año, finalmente se calcula el índice de estacionalidad a partir de la ecuación 8

$$IE = \frac{\sum \text{promedio trimestral total}}{\text{promedio trimestral anual}} \quad (8)$$

Como ejemplo se presenta el cálculo del índice estacional del año 2016

$$IE = \frac{1386}{1984} = 0,698333$$

en la Tabla 18 se evidencia los índices de estacionalidad para cada periodo

**Tabla 18.** Desglose trimestral e índices de estacionalidad

Año	Trimestre1	Trimestre2	Trimestre3	Trimestre4	Total, Anual
2016	1433	2278	2066	2256	8033
2017	1350	2296	1988	2165	7799
2018	1374	2445	2011	2149	7979
Suma	4157	7019	6065	6570	23811
Promedio trimestral	1386	2340	2022	2190	1984
Índice de estacionalidad	0,698333	1,179119	1,018857	1,103692	

Tras conseguir el índice de estacionalidad se procede a desestacionalizar los datos lo cual consiste en la multiplicación del IE con el valor trimestral de cada año, seguidamente se aplica el método de regresión por mínimos cuadrados, en donde la variable “x” corresponde a cada trimestre, mientras que “y” cada valor trimestral, dando forma a la Tabla 19.

**Tabla 19.** Regresión lineal por mínimos cuadrados

Año	Trimestre	X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X*Y
2016	I	1	2052,030	1	4210829,135	2052,0305
	II	2	1931,951	4	3732434,904	3863,9021
	III	3	2027,763	9	4111822,052	6083,2885
	IV	4	2044,049	16	4178137,602	8176,1973
2017	I	5	1933,176	25	3737169,324	9665,8798
	II	6	1947,217	36	3791652,867	11683,3002
	III	7	1951,206	49	3807206,534	13658,4450
	IV	8	1961,599	64	3847869,634	15692,7900
2018	I	9	1967,544	81	3871227,586	17707,8919
	II	10	2073,582	100	4299743,31	20735,8224
	III	11	1973,781	121	3895810,45	21711,5883
	IV	12	1947,102	144	3791205,967	23365,22329
<b>Total</b>		78	23811	650	47275109,37	154396,3591

Mediante la ecuación 9 y los datos proporcionados por la Tabla 19 se procede a construir una ecuación de la recta en la cual se evidencia las incógnitas a y b mismas que a través de las ecuaciones 10 y 11 respectivamente revelan los valores de aquellas incógnitas.

$$y = ax + b \tag{9}$$

$$a = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \tag{10}$$

$$a = \frac{12(154396,3591) - (78)(23811)}{12(650) - (78)^2} = -2,62336$$

$$b = \frac{\Sigma y - a(\Sigma x)}{n}$$

$$b = \frac{23811 - (-2,62336)(78)}{12} = 2001,30185$$
(11)

Los valores hallados son remplazados en la ecuación 9 permitiendo obtener los pronósticos para los años 2019 y 2020 como se indica en la Tabla 20.

**Tabla 20.** Pronóstico con estacionalidad en pares de calzado

Año	Trimestre	X	Y	IE	Pronóstico
2019	I	13	1967,198143	0,698333	1373,758797
	II	14	1964,57478	1,179119	2316,467243
	III	15	1961,951418	1,018857	1998,947604
	IV	16	1959,328055	1,103692	2162,493859
2020	I	17	1956,704692	0,698333	1366,430878
	II	18	1954,08133	1,179119	2304,094218
	III	19	1951,457967	1,018857	1988,25628
	IV	20	1948,834605	1,103692	2150,912327

A continuación, se desagrega la demanda trimestral a una demanda mensual mediante la ecuación 12.

$$\%mensual = \frac{ventas\ mes1}{ventas\ trimestrales}$$

$$\%julio = \frac{977}{977+563+526} = 47,29\%$$
(12)

en la Tabla 21 se muestra la desagregación mensual en porcentajes de participación en ventas.

**Tabla 21.** Porcentaje de participación en ventas

Mes	2016	2017	2018	2016	2017	2018	Media
Enero	392	369	370	27,36%	27,33%	26,93%	27,21%
Febrero	570	551	536	39,78%	40,81%	39,01%	39,87%
Marzo	471	430	468	32,87%	31,85%	34,06%	32,93%
Abril	820	792	890	36,00%	34,49%	36,40%	35,63%
Mayo	478	509	562	20,98%	22,17%	22,99%	22,05%
Junio	980	995	993	43,02%	43,34%	40,61%	42,32%
Julio	977	1045	950	47,29%	52,57%	47,24%	49,03%
Agosto	563	488	579	27,25%	24,55%	28,79%	26,86%
Septiembre	526	455	482	25,46%	22,89%	23,97%	24,11%
Octubre	466	418	447	20,66%	19,31%	20,80%	20,25%
Noviembre	880	829	809	39,01%	38,29%	37,65%	38,31%
Diciembre	910	918	893	40,34%	42,40%	41,55%	41,43%

Seguidamente se procede a realizar el pronóstico para 1 año empezando su periodo en julio 2019 hasta junio 2020. Para el cálculo del pronóstico se utiliza la ecuación 13.

$$\text{pronostico mes} = \text{media mensual} * \text{pronóstico trimestral} \quad (13)$$

$$\text{julio} = 0,4903 * 1998,9476 = 980,1174$$

En la Tabla 22 se evidencia el pronóstico mensual a partir del cálculo anterior.

**Tabla 22.** Pronóstico mensual en pares de calzado

Año	Trimestre	Pronóstico
2019	Julio	980,1174564
	Agosto	536,9816638
	Septiembre	481,8484836
	Octubre	438,0027512
	Noviembre	828,5487223
	Diciembre	895,9423859
2020	Enero	371,7475754
	Febrero	544,7581694
	Marzo	449,9251327
	Abril	820,9647422
	Mayo	438,3309352
	Junio	910,3372704

Dentro del pronóstico también se toma en cuenta los modelos B y C esto debido a que el dinero que estos generen sirve para inversión en innovación, es decir buscar nuevos modelos que satisfagan las nuevas tendencias de los clientes para mantener a la empresa en vanguardia. Todo el proceso para el pronóstico se lo realizó mediante el uso del software Microsoft Excel esto debido a su gran facilidad de uso para este tipo de cálculos.

Para profundizar la información se busca el porcentaje de participación en ventas por cada modelo de calzado, mediante el uso de la tabla 13 y la ecuación 14.

$$\%modelo = \frac{\text{ventas del mes modelo}}{\text{total ventas al mes}} \quad (14)$$

$$\%MO11 = \frac{58}{370} = 15,68\%$$

En la Tabla 23 se indica los porcentajes de venta de cada modelo tipo A y los modelos B y C.

**Tabla 23.** Participación de ventas por modelos de calzado

Número	Modelo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
1	MO11	15,68%	12,69%	11,11%	7,98%	11,03%	10,57%	13,37%	12,61%	8,92%	15,66%	13,84%	10,97%	11,77%
2	DUENDE 2	12,70%	12,69%	13,68%	9,21%	10,50%	9,16%	7,37%	10,54%	10,58%	10,74%	8,03%	10,53%	10,03%
3	RL08	14,32%	9,14%	11,11%	8,99%	8,72%	9,06%	11,05%	10,36%	6,43%	10,74%	12,48%	7,50%	9,84%
4	CESAR	14,59%	11,57%	10,68%	9,89%	7,65%	9,67%	9,58%	10,71%	7,68%	8,72%	9,02%	8,51%	9,66%
5	CLAUDE	11,62%	7,09%	10,68%	10,45%	8,72%	8,96%	10,53%	8,46%	12,24%	8,28%	10,14%	7,84%	9,51%
6	BO04	11,08%	7,46%	10,26%	8,76%	12,10%	8,46%	9,05%	9,50%	8,71%	9,17%	7,91%	6,16%	8,80%
7	RM01	7,57%	7,28%	9,83%	8,76%	8,72%	10,07%	11,37%	7,08%	4,77%	5,15%	6,92%	5,49%	8,02%
8	BO15	6,22%	7,28%	5,13%	6,63%	4,45%	4,43%	4,63%	3,45%	8,30%	5,37%	6,55%	6,49%	5,68%
9	BO05	2,97%	4,10%	4,70%	5,28%	5,69%	7,85%	3,68%	4,15%	5,60%	4,92%	6,06%	7,73%	5,49%
10	MONTAÑA 01	1,35%	0,93%	1,50%	2,70%	2,49%	3,02%	3,16%	1,90%	3,94%	3,36%	3,58%	3,47%	2,76%
11	V01	1,08%	2,61%	1,28%	2,25%	3,56%	1,91%	2,53%	2,94%	2,07%	2,24%	2,35%	4,14%	2,51%
12	DEPORTIVO1	0,00%	0,19%	0,85%	1,12%	1,25%	0,81%	0,00%	0,00%	3,32%	2,91%	0,25%	4,03%	1,22%
13	DUENDE	0,00%	0,19%	0,00%	1,12%	0,53%	0,81%	0,00%	1,90%	3,73%	0,00%	1,11%	3,36%	1,13%
14	CESAR04	0,00%	0,56%	0,21%	1,69%	0,53%	1,41%	0,00%	0,69%	2,49%	0,00%	1,85%	2,58%	1,13%
15	RO13	0,00%	0,00%	1,92%	1,24%	1,60%	2,32%	2,21%	0,17%	0,83%	0,89%	0,25%	1,46%	1,22%
16	BM	0,00%	1,87%	0,43%	1,24%	1,25%	0,50%	1,47%	0,86%	2,28%	2,01%	0,99%	0,67%	1,10%
17	BO03	0,00%	1,31%	0,21%	1,80%	0,00%	0,00%	1,47%	2,42%	1,45%	1,12%	0,62%	1,46%	1,03%
18	BOTA MILITAR	0,00%	2,24%	0,21%	0,90%	0,71%	0,81%	0,11%	1,21%	0,00%	2,01%	2,10%	1,46%	1,00%
19	CLAUDE 12	0,00%	0,56%	0,21%	0,90%	1,42%	1,81%	1,47%	1,55%	1,04%	0,89%	0,25%	0,34%	0,94%
20	MERRY	0,00%	1,12%	0,00%	1,80%	1,60%	1,01%	0,11%	0,17%	0,62%	0,22%	1,36%	1,34%	0,88%
21	V022	0,00%	1,68%	1,28%	0,90%	0,00%	0,91%	1,16%	1,55%	0,21%	0,00%	1,11%	0,45%	0,83%
22	RL	0,27%	2,24%	0,43%	1,01%	0,36%	0,50%	0,95%	1,38%	0,00%	1,79%	0,62%	0,45%	0,81%
23	M015	0,00%	0,37%	0,21%	0,79%	0,53%	1,01%	0,11%	1,04%	2,07%	2,01%	0,12%	0,22%	0,65%
24	DM	0,00%	1,12%	0,00%	0,79%	1,42%	0,60%	0,42%	1,21%	0,00%	0,22%	0,37%	0,45%	0,58%
25	V017	0,00%	0,93%	0,43%	0,67%	0,71%	0,70%	0,84%	0,69%	0,21%	0,45%	0,25%	0,45%	0,56%
26	CESAR6	0,00%	0,00%	0,00%	0,90%	0,71%	0,91%	0,84%	1,04%	0,00%	0,67%	0,37%	0,11%	0,53%
27	DEPORTIVO03	0,00%	1,12%	1,28%	0,56%	1,07%	0,50%	0,53%	0,17%	0,62%	0,22%	0,00%	0,00%	0,48%
28	BM15	0,00%	0,56%	0,85%	0,22%	0,89%	0,40%	0,63%	0,52%	0,83%	0,00%	0,12%	0,56%	0,46%
29	BC	0,27%	0,00%	1,07%	0,00%	0,00%	0,70%	0,53%	0,52%	0,00%	0,00%	0,49%	0,78%	0,40%
30	L18	0,00%	0,37%	0,00%	0,79%	1,42%	0,81%	0,53%	0,17%	0,21%	0,00%	0,25%	0,56%	0,49%
31	MO04	0,27%	0,37%	0,21%	0,67%	0,18%	0,00%	0,21%	0,35%	0,62%	0,00%	0,25%	0,22%	0,28%
32	VD1	0,00%	0,37%	0,21%	0,00%	0,18%	0,30%	0,11%	0,69%	0,21%	0,22%	0,37%	0,22%	0,24%
	<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Con los porcentajes de la Tabla 23 y la demanda pronosticada de la Tabla 22 se calcula la demanda que poseerá cada modelo a través de la ecuación 15.

$$\text{Pronóstico modelo} = \% \text{participacion ventas} * \text{pronostico mensual} \quad (15)$$

$$\text{Pronóstico MO11} = 13,37\% * 980,117 = 131,03 \approx 131 \text{ pares}$$

En la Tabla 24 se muestra el pronóstico desglosado por modelos para el periodo julio 2019 – junio 2020

**Tabla 24.** Pronóstico de la demanda desglosada por modelos

Número	Modelo	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1	MO11	131	68	43	69	115	98	58	69	50	65	48	96
2	DUENDE 2	72	57	51	47	67	94	47	69	62	76	46	83
3	RL08	108	56	31	47	103	67	53	50	50	74	38	83
4	CESAR	94	58	37	38	75	76	54	63	48	81	34	88
5	CLAUDE	103	45	59	36	84	70	43	39	48	86	38	82
6	BO04	89	51	42	40	66	55	41	41	46	72	53	77
7	RM01	111	38	23	23	57	49	28	40	44	72	38	92
8	BO15	45	19	40	24	54	58	23	40	23	54	19	40
9	BO05	36	22	27	22	50	69	11	22	21	43	25	72
Modelos B y C		190	124	129	93	158	258	12	113	58	197	98	198
<b>TOTAL, GENERAL</b>		<b>980</b>	<b>537</b>	<b>482</b>	<b>438</b>	<b>829</b>	<b>896</b>	<b>372</b>	<b>545</b>	<b>450</b>	<b>821</b>	<b>438</b>	<b>910</b>

### 3.4.1 Tambor

Denominado como el elemento que genera la demora, dicta la velocidad o tiempo de producción, obligando al resto de elementos seguir una velocidad tal que evite atascos o vacíos dentro de la producción establecida.

### Demanda del producto

A partir del pronóstico mensual de los modelos tipo A mostrados en la Tabla 24 se procede a la desagregación semanal de pronóstico, para lo cual es necesario conocer el porcentaje de participación en ventas semanales de cada modelo tipo A, de divide a cada mes según su el número de semanas que posee dando una suma de 52 semanas. En la Tabla 25 el porcentaje de participación semanal.

**Tabla 25.** Extracto del porcentaje de participación de ventas semanales del año 2018

Modelo	Enero					Febrero				Marzo				Abril				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
MO11	29,31%	18,97%	29,31%	12,07%	10,34%	50,00%	27,94%	11,76%	10,29%	44,23%	26,92%	26,92%	1,92%	33,80%	29,58%	19,72%	15,49%	1,41%
DUENDE 2	40,43%	21,28%	19,15%	19,15%	0,00%	33,82%	23,53%	27,94%	16,18%	17,19%	25,00%	21,88%	35,94%	0,00%	34,15%	31,71%	25,61%	8,54%
RL08	39,62%	32,08%	7,55%	13,21%	7,55%	20,41%	20,41%	20,41%	38,78%	34,62%	34,62%	7,69%	23,08%	28,75%	26,25%	8,75%	8,75%	26,25%
CESAR	3,70%	11,11%	40,74%	25,93%	18,52%	12,90%	45,16%	20,97%	20,97%	20,00%	20,00%	30,00%	30,00%	14,77%	28,41%	4,55%	28,41%	14,77%
CLAUDE	27,91%	18,60%	25,58%	13,95%	13,95%	44,74%	26,32%	13,16%	15,79%	22,00%	40,00%	20,00%	18,00%	29,03%	17,20%	13,98%	18,28%	21,51%
BO04	24,39%	24,39%	14,63%	17,07%	19,51%	10,00%	25,00%	25,00%	40,00%	43,75%	25,00%	20,83%	10,42%	29,49%	12,82%	8,97%	19,23%	29,49%
RM01	42,86%	14,29%	32,14%	10,71%	0,00%	30,77%	7,69%	25,64%	35,90%	19,57%	41,30%	8,70%	30,43%	14,10%	17,95%	29,49%	20,51%	17,95%
BO15	17,39%	26,09%	21,74%	17,39%	17,39%	35,90%	25,64%	23,08%	15,38%	54,17%	12,50%	12,50%	20,83%	5,08%	28,81%	20,34%	16,95%	28,81%
BO05	0,00%	36,36%	18,18%	36,36%	9,09%	22,73%	45,45%	13,64%	18,18%	22,73%	22,73%	31,82%	22,73%	38,30%	36,17%	4,26%	4,26%	17,02%



El siguiente paso consiste en multiplicar el porcentaje de participación semanal de la Tabla 25 con la cantidad de producto mensual de la Tabla 24 obteniendo así un pronóstico semanal de las ventas como se indica en la Tabla 26.

**Tabla 26.** Extracto desagregación semanal de calzado tipo A periodo julio 2019 – junio 2020

<b>Modelo</b>	<b>Julio</b>				<b>Agosto</b>					<b>Septiembre</b>				<b>Octubre</b>				
<b>semana</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
MO11	20	60	31	21	22	12	7	19	6	15	11	10	7	29	11	4	13	11
DUENDE 2	13	19	18	23	9	16	13	8	10	8	33	10	0	29	7	2	7	2
RL08	25	6	37	40	12	4	23	5	12	10	7	10	4	9	7	21	9	2
CESAR	13	26	21	34	27	6	16	4	6	2	24	8	3	13	12	4	1	9
CLAUDE	15	24	17	47	15	8	5	13	5	21	15	14	9	18	6	0	7	6
BO04	3	30	25	31	0	16	19	10	6	8	9	11	14	11	16	12	1	1
RM01	18	35	32	27	0	14	0	15	9	2	9	12	0	7	4	7	5	0
BO15	9	12	18	6	0	5	8	0	6	12	12	5	11	5	8	4	4	3
BO05	8	1	12	14	5	0	11	2	5	9	6	9	3	4	3	11	4	0

### Desagregación por tallas

Para un análisis más profundo se identifica la participación en ventas por tallas de los modelos tipo A. Seguidamente se calcula el porcentaje con el cual participa cada talla. A continuación, se presenta un ejemplo del cálculo de participación por tallas para el modelo MO11.

Como se explicó se procede con la identificación de la participación en ventas del modelo en estudio Tabla 27, seguidamente se busca el porcentaje de participación para lo cual se emplea la ecuación 14. Lo cual da como resultado lo expuesto por la Tabla 28.

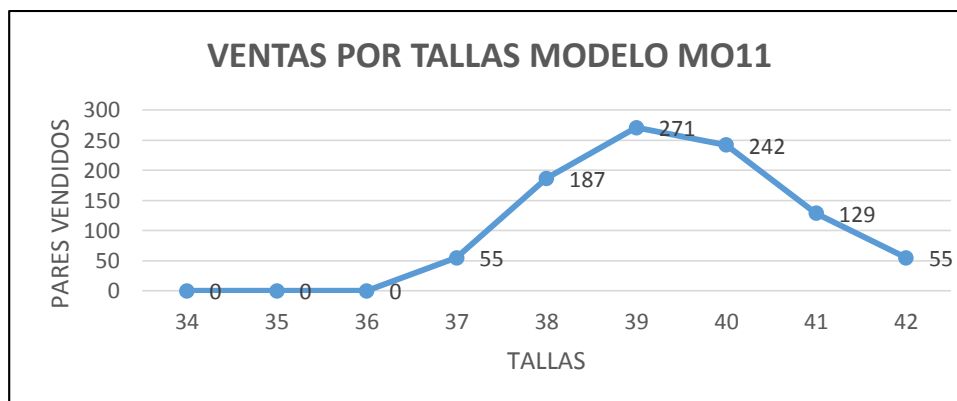
**Tabla 27.** Ventas en pares según tallas

2018	tallas									Total
MO11	34	35	36	37	38	39	40	41	42	
Enero	0	0	0	5	12	18	13	5	5	58
Febrero	0	0	0	8	8	17	22	8	5	68
Marzo	0	0	0	2	8	11	14	12	5	52
Abril	0	0	0	2	15	23	18	11	2	71
Mayo	0	0	0	2	10	24	13	11	2	62
Junio	0	0	0	9	23	23	23	19	8	105
Julio	0	0	0	8	27	37	29	17	9	127
Agosto	0	0	0	2	16	19	26	8	2	73
Septiembre	0	0	0	2	10	11	14	4	2	43
Octubre	0	0	0	2	9	26	22	9	2	70
Noviembre	0	0	0	6	25	34	26	15	6	112
Diciembre	0	0	0	7	24	28	22	10	7	98
Total	0	0	0	55	187	271	242	129	55	939

**Tabla 28.** Porcentaje de participación en ventas según tallas

2018	tallas									Total
MO11	34	35	36	37	38	39	40	41	42	
Enero	0,00%	0,00%	0,00%	8,62%	20,69%	31,03%	22,41%	8,62%	8,62%	100,00%
Febrero	0,00%	0,00%	0,00%	11,76%	11,76%	25,00%	32,35%	11,76%	7,35%	100,00%
Marzo	0,00%	0,00%	0,00%	3,85%	15,38%	21,15%	26,92%	23,08%	9,62%	100,00%
Abril	0,00%	0,00%	0,00%	2,82%	21,13%	32,39%	25,35%	15,49%	2,82%	100,00%
Mayo	0,00%	0,00%	0,00%	3,23%	16,13%	38,71%	20,97%	17,74%	3,23%	100,00%
Junio	0,00%	0,00%	0,00%	8,57%	21,90%	21,90%	21,90%	18,10%	7,62%	100,00%
Julio	0,00%	0,00%	0,00%	6,30%	21,26%	29,13%	22,83%	13,39%	7,09%	100,00%
Agosto	0,00%	0,00%	0,00%	2,74%	21,92%	26,03%	35,62%	10,96%	2,74%	100,00%
Septiembre	0,00%	0,00%	0,00%	4,65%	23,26%	25,58%	32,56%	9,30%	4,65%	100,00%
Octubre	0,00%	0,00%	0,00%	2,86%	12,86%	37,14%	31,43%	12,86%	2,86%	100,00%
Noviembre	0,00%	0,00%	0,00%	5,36%	22,32%	30,36%	23,21%	13,39%	5,36%	100,00%
Diciembre	0,00%	0,00%	0,00%	7,14%	24,49%	28,57%	22,45%	10,20%	7,14%	100,00%
Total	0,00%	0,00%	0,00%	5,86%	19,91%	28,86%	25,77%	13,74%	5,86%	100,00%

La Figura 36 presenta la cantidad de pares vendidos en el año 2018 del modelo MO11 en la cual se puede apreciar que la talla 39 es la de mayor demanda con 271 pares vendidos.



**Figura 36.** Resumen participación en ventas según tallas

El siguiente paso consiste en multiplicar los valores obtenidos en la Tabla 26 con el porcentaje de participación en tallas de la Tabla 28, lo cual da como resultado la desagregación semanal según tallas para cada modelo tipo A como se lo expresa en la Tabla 29.

**Tabla 29.** Extracto Desagregación semanal por tallas para el periodo julio 2019- junio 2020

Modelo	Talla	Julio				Agosto					Septiembre				Octubre				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
MO11	37	4	1	2	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
	38	13	4	7	4	5	3	2	4	1	3	3	2	2	4	1	1	2	1
	39	17	6	9	6	6	3	2	5	2	4	3	3	2	11	4	1	5	4
	40	14	5	7	4	8	4	3	7	2	5	4	3	2	9	3	1	4	3
	41	8	3	4	3	2	1	1	2	1	1	1	1	1	4	1	1	2	1
	42	4	1	2	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
DUENDE 2	37	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	2	1	0	3	1	0	1	0
	38	6	4	7	6	3	5	4	3	3	2	10	3	0	6	1	0	1	0
	39	5	4	6	5	2	4	3	2	2	2	7	2	0	6	1	0	1	0
	40	4	3	5	4	2	4	3	2	3	2	8	3	0	6	1	0	1	0
	41	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	4	1	0	6	1	0	1	0
	42	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	2	1	0	3	1	0	1	0
RL18	34	2	0	1	2	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0
	35	3	1	2	3	1	0	3	1	1	2	1	2	1	1	0	1	1	0
	36	10	2	6	9	3	1	6	1	3	3	2	3	1	2	2	6	2	1
	37	14	2	9	13	5	1	9	2	5	3	2	3	1	3	2	7	3	1
	38	8	1	5	7	1	0	2	0	1	1	1	1	1	2	2	5	2	0
	39	2	0	1	2	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0
CESAR	37	1	2	2	3	2	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
	38	2	5	4	6	7	1	4	1	1	0	5	2	1	3	2	1	0	2
	39	4	7	6	10	9	2	5	1	2	1	8	3	1	5	4	1	0	3
	40	3	7	5	9	5	1	3	1	1	0	6	2	1	3	3	1	0	2
	41	2	3	3	4	3	1	2	0	1	0	3	1	0	1	1	0	0	1
	42	1	2	2	3	2	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
CLAUDE	37	1	4	2	1	1	1	0	1	0	2	2	1	1	1	0	0	0	0
	38	3	9	5	3	3	2	1	3	1	5	3	3	2	3	1	0	1	1
	39	5	14	7	5	5	3	2	5	2	7	5	5	3	7	2	0	3	2
	40	3	10	5	4	4	2	1	3	1	5	4	3	2	5	2	0	2	2
	41	2	5	2	2	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0
	42	1	4	2	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0

### 3.4.2 Amortiguador

Dentro de la metodología TAC el amortiguador permite al usuario proteger su stock de posibles anomalías que pudiesen presentarse.

#### Cálculo del amortiguador inicial

Para un análisis más preciso se toma información del histórico de ventas correspondientes a los meses de abril, mayo y junio del 2019, seguidamente se seleccionan los valores que indica el lead time empezando desde la semana 13, con esos valores se calcula el promedio y la desviación estándar, después se indica un nivel sigma de 3 el cual indica un porcentaje de confianza en servicio del 99,73%. En la Tabla 30, se presenta un ejemplo del cálculo del amortiguador, para ello se utiliza la ecuación 16.

$$\text{amortiguador} = \text{promedio} + \sigma * \text{desviacion estandar} \quad (16)$$

$$\text{amortiguador} = 3,8333 + 3 * 2,4802 = 11,274 \approx 11 \text{ pares}$$

Tabla 30. Cálculo del amortiguador inicial A.i

Modelo	MO11
Talla	38
Semana	Demanda pronosticada
1	3
2	0
3	4
4	2
5	4
6	2
7	2
8	2
9	5
10	7
11	7
12	8
Promedio	3,8333
Sigma	3
Desviación	2,4802
Amortiguador Inicial	11

El cálculo presentado en la Tabla 30 se repite para todos los modelos y tallas, creando así lo expuesto en la Tabla 31. Para el desarrollo ágil de esta tabla se utilizó la herramienta informática Microsoft Excel.

**Tabla 31.** Amortiguadores iniciales

Modelo	Mes	Abril					Mayo					Junio				Prom.	Desviación	Sigma	Lead Time	Amortiguador inicial
	Talla	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13						
MO11	37	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	1	2	3	0,8333	1,0299	3,00	12	4	
	38	3	3	0	4	2	4	2	2	2	5	7	7	8	3,8333	2,4802	3,00	12	11	
	39	5	4	0	6	3	7	3	3	3	9	9	10	10	5,5833	3,3699	3,00	12	16	
	40	4	3	0	5	2	8	3	3	3	7	7	6	8	4,5833	2,6097	3,00	12	12	
	41	2	2	0	3	1	4	2	2	2	3	2	4	5	2,5000	1,3817	3,00	12	7	
	42	0	1	0	1	0	1	1	0	3	1	1	1	2	1,0000	0,8528	3,00	12	4	
DUENDE 2	37	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2	2	1	0,6667	0,7785	3,00	12	3	
	38	4	6	1	3	2	3	3	1	3	4	6	5	4	3,4167	1,6765	3,00	10	8	
	39	6	9	2	5	3	5	4	2	4	6	8	10	5	5,2500	2,5981	3,00	12	13	
	40	5	7	2	4	3	5	5	2	5	4	7	9	7	5,0000	2,1742	3,00	12	12	
	41	3	4	1	2	2	3	3	1	3	2	3	4	2	2,5000	1,0000	3,00	12	6	
	42	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2	1	0,5000	0,6742	3,00	12	3	
RL18	34	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0,6667	0,9847	3,00	12	4	
	35	4	4	3	2	3	1	3	2	2	7	6	3	5	3,4167	1,7816	3,00	12	9	
	36	7	6	5	3	4	2	4	4	3	9	8	4	7	4,9167	2,1515	3,00	12	11	
	37	5	4	4	2	3	2	9	5	7	12	8	6	8	5,8333	3,0699	3,00	12	15	
	38	3	3	2	1	2	1	3	2	2	6	5	4	5	3,0000	1,6514	3,00	12	8	
	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	1	0,5000	0,7977	3,00	12	3	
CESAR	37	2	1	2	1	1	1	0	0	1	3	4	2	2	1,5000	1,1677	3,00	12	5	
	38	3	3	5	3	2	3	1	0	2	6	6	5	2	3,1667	1,9462	3,00	12	9	
	39	5	5	8	4	4	6	2	1	4	9	9	5	1	4,8333	2,7907	3,00	12	13	
	40	4	4	7	4	3	5	2	1	3	7	7	6	3	4,3333	2,0597	3,00	12	11	
	41	1	1	2	1	1	2	3	2	4	5	6	4	4	2,9167	1,6765	3,00	12	8	
	42	1	1	1	1	1	1	0	0	1	2	2	1	1	1,0000	0,6030	3,00	12	3	

Continuación **Tabla31**. Amortiguadores iniciales

Modelo	Mes	Abril					Mayo					Junio				Prom.	Desviación	Sigma	Lead Time	Amortiguador inicial
	Talla	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13						
CLAUDE	37	2	1	1	1	2	1	0	1	1	4	2	2	1	1,4167	0,9962	3,00	12	4	
	38	5	3	3	3	4	3	1	2	2	9	6	6	5	3,9167	2,2344	3,00	12	11	
	39	8	5	4	5	5	5	7	8	10	13	8	8	7	7,0833	2,5746	3,00	12	15	
	40	6	4	3	4	4	4	1	3	3	10	6	6	5	4,4167	2,2344	3,00	12	11	
	41	2	1	1	1	2	2	1	1	1	4	2	2	2	1,6667	0,8876	3,00	12	4	
	42	2	1	1	1	1	1	0	0	1	3	2	2	2	1,2500	0,8660	3,00	12	4	
BO04	37	2	1	1	1	2	1	0	1	1	4	2	2	2	1,5000	1,0000	3,00	12	5	
	38	4	2	1	3	4	4	2	4	4	7	4	3	3	3,4167	1,5050	3,00	12	8	
	39	6	3	2	4	6	6	2	6	6	10	5	4	5	4,9167	2,1933	3,00	12	11	
	40	4	2	1	3	4	4	1	4	4	6	3	2	3	3,0833	1,4434	3,00	12	7	
	41	3	1	1	2	3	2	1	2	2	5	2	3	3	2,2500	1,1382	3,00	12	6	
	42	2	1	0	1	2	1	0	1	1	4	3	3	3	1,6667	1,3027	3,00	12	6	
RM01	34	1	1	2	1	1	1	1	1	0	3	1	1	2	1,2500	0,7538	3,00	12	4	
	35	2	2	4	3	2	2	4	3	2	8	4	4	4	3,5000	1,6787	3,00	12	9	
	36	2	3	5	4	3	3	2	2	2	10	6	6	7	4,4167	2,4664	3,00	12	12	
	37	3	4	6	4	4	6	5	5	3	15	8	8	9	6,4167	3,2879	3,00	12	16	
	38	1	2	3	2	2	2	1	1	1	5	3	3	3	2,3333	1,1547	3,00	12	6	
	39	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	4	3	2	1,7500	0,9653	3,00	12	5	
BO15	37	0	2	1	1	2	0	0	1	0	2	3	3	2	1,4167	1,0836	3,00	12	5	
	38	1	3	2	2	3	0	1	4	3	4	0	4	1	2,2500	1,4848	3,00	12	7	
	39	1	4	3	2	4	0	1	2	1	7	3	7	3	3,0833	2,1933	3,00	12	10	
	40	1	5	3	3	5	0	1	3	1	8	1	8	1	3,2500	2,7345	3,00	12	11	
	41	0	1	1	1	1	0	1	3	1	3	2	3	1	1,5000	1,0000	3,00	12	5	
	42	0	1	1	1	1	0	0	1	0	2	2	3	2	1,1667	0,9374	3,00	12	4	
BO05	37	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	3	3	1,0833	0,9962	3,00	12	4	
	38	3	3	0	0	1	1	1	2	1	4	3	6	9	2,5833	2,6785	3,00	12	11	
	39	5	5	1	1	2	2	2	4	1	5	4	7	11	3,7500	2,9886	3,00	12	13	
	40	4	4	1	1	2	2	2	4	1	3	3	4	7	2,8333	1,7495	3,00	12	8	
	41	2	2	0	0	1	1	1	1	0	2	1	3	4	1,3333	1,2309	3,00	12	5	
	42	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	2	2	3	0,9167	0,9962	3,00	12	4	

### 3.4.3 Seguimiento dinámico de amortiguadores SDA

El siguiente paso en el estudio es el SDA el cual requiere del conocimiento con herramientas de la gerencia de amortiguadores y de un análisis crítico. Para mayor entendimiento se presentan los siguientes ejemplos en los cuales se detalla paso a paso el desarrollo del SDA.

#### Ejemplo 1: Calzado MO11 talla 39

Se inicia con la recolección de información necesaria para la primera semana es decir el lead time, el amortiguador inicial, el stock libre, el tránsito y la demanda pronostica, la ubicación de dicha información es presentada en la Tabla 32.

**Tabla 32.** Datos necesarios para el SDA

Dato	Ubicación
Lead time	Tabla 30
Amortiguador inicial	
Stock libre	Anexo H
Tránsito	Anexo I
Demanda pronosticada	Tabla 28

Después se procede al análisis del modelo en cuestión para lo cual se necesita calcular los siguientes elementos:

El stock en bodega elemento que se calcula mediante la ecuación 17

$$bodega = stock\ libre + tránsito - demanda \quad (17)$$

$$bodega = 8 + 39 - 17 = 30\ pares$$

Mediante la ecuación 18 se analiza el reabastecimiento de producto terminado

$$reabasto = amortiguador - stock\ libre + tránsito - demanda \quad (18)$$

$$reabasto = 16 - 8 + 39 - 17 = 30 \text{ pares}$$

En este punto hay que realizar el siguiente análisis:

- Si el valor es menor o igual a cero no se reabastece, esto debido a que el amortiguador está por debajo del stock.
- Si el valor obtenido es mayor que cero se procede a compararlo con el lote mínimo y si el resultado es menor se realiza el lote mínimo, caso contrario se fabricará lo indicado por la ecuación.

Con la ecuación 19 se calcula el stock libre de la demanda

$$\begin{aligned} stock + transito &= stock \text{ libre} + \text{tránsito} & (19) \\ stock + \text{tránsito} &= 8 + 39 = 47 \text{ pares} \end{aligned}$$

Con la ecuación 20 se calcula el porcentaje de consumo sin tránsito, mismo que influye en la zonalización del inventario sin producto en tránsito

$$\begin{aligned} \%consumo &= \frac{amortiguador - (stock \text{ libre} - demanda)}{amortiguador} * 100\% & (20) \\ \%consumo &= \frac{16 - (8 - 17)}{16} * 100\% = 156,25\% \end{aligned}$$

Para la zonalización del inventario con producto en tránsito y el análisis dinámico del amortiguador se utiliza la ecuación 21

$$\%consumo T = \frac{amortiguador - (stock \text{ libre} + \text{tránsito} - demanda)}{amortiguador} * 100\% \quad (21)$$

$$\%consumo T = \frac{16 - (8 + 39 - 17)}{16} * 100\% = -87,50\%$$

El valor resultado permite la toma de decisiones en cuanto a cambiar o mantener el valor de amortiguador.

Para la zonalización del inventario con y sin transito se seguirá lo expuesto por la Figura 11.

Con la información recopilada se procede al análisis de producto desde la primera semana hasta la semana 52 como se indica en la Tabla 33. En el caso que en la columna prioridad CT alguna casilla tuviese una coloración negra, en esa semana se debe hacer un cambio de amortiguador con el fin de evitar pérdidas.



**Tabla 33.** SDA para modelo MO11 talla 39

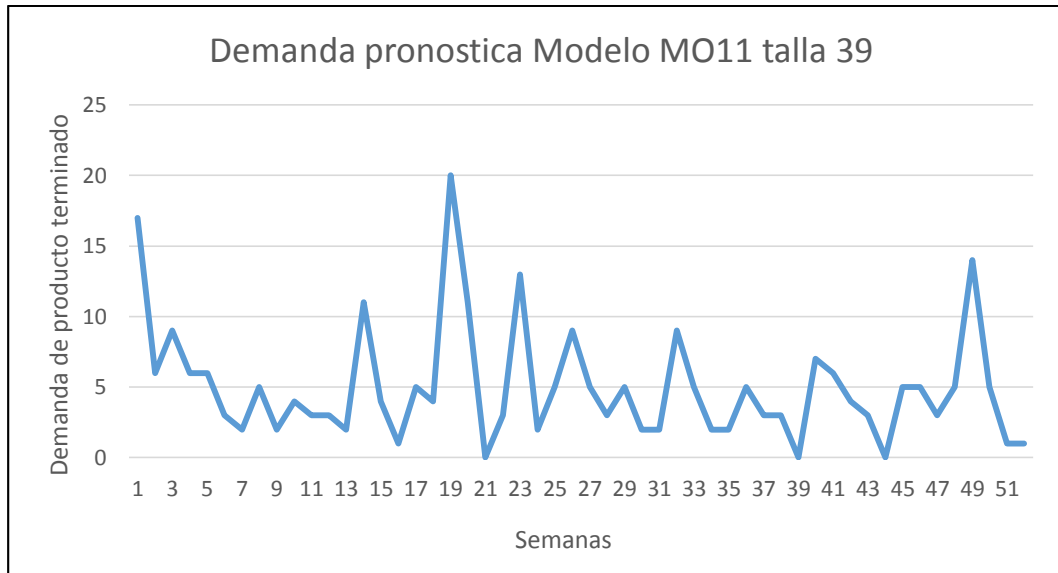
Semana	Amortiguador	Stock libre	tránsito	demanda	bodega	bodega tránsito	reabasto	Prioridad ST	Prioridad CT
1	16	8	39	17	30	47	30	156,25%	-87,50%
2	16	30	30	6	54	60	10	-50,00%	-237,50%
3	16	54	10	9	55	64	-37	-181,25%	-243,75%
4	16	55	0	6	49	55	-45	-206,25%	-206,25%
5	16	49	0	6	43	49	-39	-168,75%	-168,75%
6	16	43	0	3	40	43	-30	-150,00%	-150,00%
7	16	40	0	2	38	40	-26	-137,50%	-137,50%
8	16	38	0	5	33	38	-27	-106,25%	-106,25%
9	16	33	0	2	31	33	-19	-93,75%	-93,75%
10	16	31	0	4	27	31	-19	-68,75%	-68,75%
11	16	27	0	3	24	27	-14	-50,00%	-50,00%
12	16	24	0	3	21	24	-11	-31,25%	-31,25%
13	16	21	0	2	19	21	-7	-18,75%	-18,75%
14	16	19	0	11	8	19	-14	50,00%	50,00%
15	16	8	0	4	4	8	4	75,00%	75,00%
16	16	4	7	1	10	11	18	81,25%	37,50%
17	16	10	18	5	23	28	19	68,75%	-43,75%
18	16	23	19	4	38	42	8	-18,75%	-137,50%
19	16	38	8	20	26	46	-34	-12,50%	-62,50%
20	16	26	0	11	15	26	-21	6,25%	6,25%
21	16	15	0	0	15	15	1	6,25%	6,25%
22	16	15	7	3	19	22	5	25,00%	-18,75%
23	16	19	7	13	13	26	-9	62,50%	18,75%
24	16	13	0	2	11	13	1	31,25%	31,25%
25	16	11	7	5	13	18	7	62,50%	18,75%
26	16	13	7	9	11	20	1	75,00%	31,25%
27	16	11	7	5	13	18	7	62,50%	18,75%
28	16	13	7	3	17	20	7	37,50%	-6,25%
29	16	17	7	5	19	24	1	25,00%	-18,75%
30	16	19	7	2	24	26	2	-6,25%	-50,00%
31	16	24	7	2	29	31	-3	-37,50%	-81,25%

Continuación Tabla32 SDA para modelo MO11 talla 39

Semana	Amortiguador	Stock libre	tránsito	demanda	bodega	bodega tránsito	reabasto	Prioridad ST	Prioridad CT
32	16	29	0	9	20	29	-22	-25,00%	-25,00%
33	16	20	0	5	15	20	-9	6,25%	6,25%
34	16	15	0	2	13	15	-1	18,75%	18,75%
35	16	13	0	2	11	13	1	31,25%	31,25%
36	16	11	7	5	13	18	7	62,50%	18,75%
37	16	13	7	3	17	20	7	37,50%	-6,25%
38	16	17	7	3	21	24	3	12,50%	-31,25%
39	16	21	7	0	28	28	2	-31,25%	-75,00%
40	16	28	7	7	28	35	-12	-31,25%	-75,00%
41	16	28	0	6	22	28	-18	-37,50%	-37,50%
42	16	22	0	4	18	22	-10	-12,50%	-12,50%
43	16	18	0	3	15	18	-5	6,25%	6,25%
44	16	15	0	0	15	15	1	6,25%	6,25%
45	16	15	7	5	17	22	3	37,50%	-6,25%
46	16	17	7	5	19	24	1	25,00%	-18,75%
47	16	19	7	3	23	26	1	0,00%	-43,75%
48	16	23	7	5	25	30	-5	-12,50%	-56,25%
49	16	25	0	14	11	25	-23	31,25%	31,25%
50	16	11	0	5	6	11	0	62,50%	62,50%
51	16	6	0	1	5	6	9	68,75%	68,75%
52	16	5	9	1	13	14	19	75,00%	18,75%

## Resumen

En la Figura 37 se presenta la fluctuación del producto terminado, nótese que al inicio de la semana 18 se observa un pico muy elevado de la demanda, en la semana 19 hasta la 21 la demanda decrece hasta 0, posteriormente se observa un ligero balance.



**Figura 37.** Demanda para el modelo MO11 talla 39

Con la obtención del resumen de la demanda se procede a realizar la gerencia de amortiguadores para lo cual se necesitan los siguientes ítems:

- La suma de stock sin inventario misma que es calculada mediante la ecuación 22

$$Stock_{ST} = stock_{libre} - demanda \quad (22)$$

- La totalidad del amortiguador, ecuación 23

$$Suma_{Verdes} = amortiguador * \left(\frac{3}{3}\right) \quad (23)$$

- Las 2/3 partes del amortiguador, ecuación 24

$$Suma_{Amarillos} = amortiguador * \left(\frac{2}{3}\right) \quad (24)$$

- El 1/3 del amortiguador, ecuación 25

$$Suma_{Rojos} = amortiguador * \left(\frac{1}{3}\right) \quad (25)$$

- La suma de stock con tránsito, ecuación 26

$$Stock_{CT} = stock_{libre} + transito - demanda \quad (26)$$

La Tabla 34 presenta todos los ítems calculados desde la semana 1 hasta la última semana del estudio.

**Tabla 34.** Gerencia del amortiguador

Semana	Stock ST	Suma Verdes	Suma Amarillos	Suma Rojos	Stock CT
1	-9	16	11	5	30
2	24	16	11	5	54
3	45	16	11	5	55
4	49	16	11	5	49
5	43	16	11	5	43
6	40	16	11	5	40
7	38	16	11	5	38
8	33	16	11	5	33
9	31	16	11	5	31
10	27	16	11	5	27
11	24	16	11	5	24
12	21	16	11	5	21
13	19	16	11	5	19
14	8	16	11	5	8
15	4	16	11	5	4
16	3	16	11	5	10
17	5	16	11	5	23
18	19	16	11	5	38
19	18	16	11	5	26
20	15	16	11	5	15
21	15	16	11	5	15
22	12	16	11	5	19
23	6	16	11	5	13
24	11	16	11	5	11
25	6	16	11	5	13
26	4	16	11	5	11
27	6	16	11	5	13
28	10	16	11	5	17
29	12	16	11	5	19
30	17	16	11	5	24
31	22	16	11	5	29
32	20	16	11	5	20
33	15	16	11	5	15
34	13	16	11	5	13
35	11	16	11	5	11
36	6	16	11	5	13
37	10	16	11	5	17
38	14	16	11	5	21
39	21	16	11	5	28
40	21	16	11	5	28
41	22	16	11	5	22
42	18	16	11	5	18
43	15	16	11	5	15
44	15	16	11	5	15
45	10	16	11	5	17
46	12	16	11	5	19
47	16	16	11	5	23
48	18	16	11	5	25

Continuación Tabla34 Gerencia del amortiguador

Semana	Stock ST	Suma Verdes	Suma Amarillos	Suma Rojos	Stock CT
49	11	16	11	5	11
50	6	16	11	5	6
51	5	16	11	5	5
52	4	16	11	5	13

Se presenta la Figura 38 en la cual se muestra como el inventario se ubica en cada zona del amortiguador, se observa que en las semanas 1 hasta la 12 el inventario es excesivo, después este se va equilibrando para llegar un punto en el cual a partir de la semana 20 no existe perdidas de inventario, y el nivel de sobre inventario es menor al nivel óptimo el cual se entiendo por situar al stock con transito “línea azul” en los colores verde o amarillo.

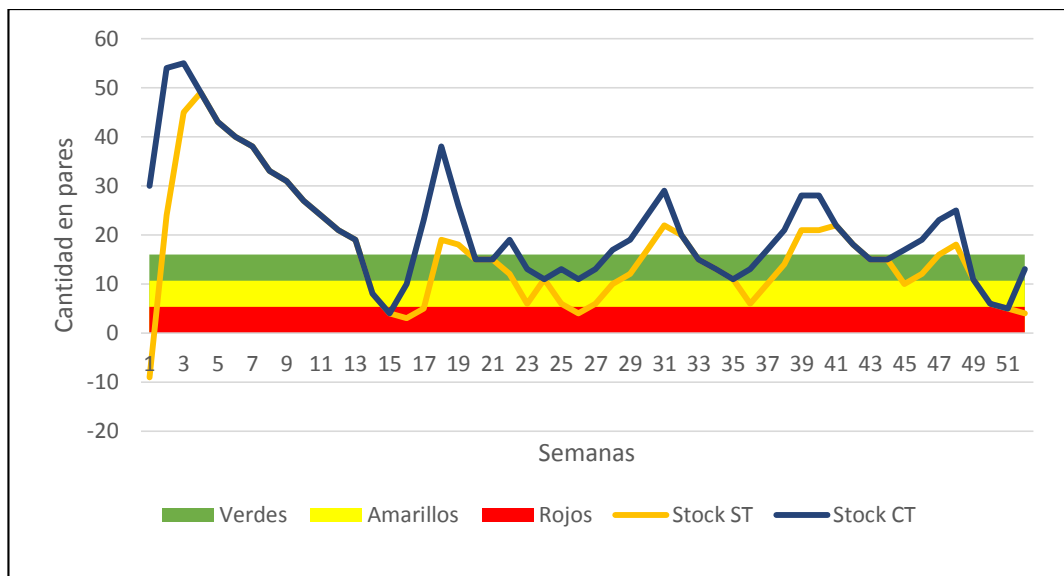


Figura 38. Gerencia del amortiguador para el modelo MO11 talla 39

### Ejemplo 2: Calzado Duende 2 talla 38

El proceso es similar al mostrado en el ejemplo anterior, es decir con las fórmulas presentas anteriormente más los datos tales como: el lead time, lote mínimo, demanda, stock libre y transito se procede con el análisis a partir de la primera semana, pero en la semana 23 se presenta perdidas por lo cual se debe modificar el amortiguador como lo muestra la Tabla 35. De lo contrario eso acarrearía ventas perdidas cosa que se debe evitar la empresa a toda costa.

**Tabla 35.** Caso de ventas perdidas

Semana	Amortiguador	Stock libre	tránsito	demanda	bodega	bodega+transito	reabasto	prioridad ST	prioridad CT
1	8	0	9	6	3	9	11	175,00%	62,50%
2	8	3	11	4	10	14	12	112,50%	-25,00%
3	8	10	12	7	15	22	3	62,50%	-87,50%
4	8	15	6	6	15	21	-7	-12,50%	-87,50%
5	8	15	0	3	12	15	-10	-50,00%	-50,00%
6	8	12	0	5	7	12	-9	12,50%	12,50%
7	8	7	0	4	3	7	-3	62,50%	62,50%
8	8	3	0	3	0	3	2	100,00%	100,00%
9	8	0	6	3	3	6	11	137,50%	62,50%
10	8	3	11	2	12	14	14	87,50%	-50,00%
11	8	12	14	10	16	26	0	75,00%	-100,00%
12	8	16	0	3	13	16	-11	-62,50%	-62,50%
13	8	13	0	0	13	13	-5	-62,50%	-62,50%
14	8	13	0	6	7	13	-11	12,50%	12,50%
15	8	7	0	1	6	7	0	25,00%	25,00%
16	8	6	0	0	6	6	2	25,00%	25,00%
17	8	6	6	1	11	12	7	37,50%	-37,50%
18	8	11	7	0	18	18	4	-37,50%	-125,00%
19	8	18	6	8	16	24	-12	-25,00%	-100,00%
20	8	16	0	5	11	16	-13	-37,50%	-37,50%
21	8	11	0	4	7	11	-7	12,50%	12,50%
22	8	7	0	1	6	7	0	25,00%	25,00%
23	8	6	0	7	-1	6	-5	112,50%	112,50%
24	8	-1	0	2	-3	-1	7	137,50%	137,50%
25	8	-3	7	7	-3	4	11	225,00%	137,50%
26	8	-3	11	5	3	8	17	200,00%	62,50%
27	8	3	6	6	3	9	5	137,50%	62,50%
28	8	3	0	3	0	3	2	100,00%	100,00%

Para modificar el amortiguador se selecciona el número de datos que indica el lead time partiendo desde la semana 22 hasta la semana 11, después se calcula el nuevo amortiguador como se muestra en la Tabla 36.

**Tabla 36.** Cálculo del nuevo amortiguador

Modelo	Duende 2
Talla	38
Semana	Demanda pronosticada
22	10
21	3
20	0
19	6
18	1
17	0
16	1
15	0
14	8
13	5
12	4
11	1
Promedio	3
Sigma	3
Desviación	3,4
N. amortiguador	13

La diferencia que se tiene del cambio del A.i hacia el nuevo amortiguador se calculará mediante la ecuación 27.

$$\begin{aligned} \text{nuevo tránsito} &= \text{reabastecimiento semana anterior} + \\ &\text{Amortiguador actual} - \text{amortiguador anterior} \quad . (27) \\ \text{nuevo tránsito} &= 0 + 13 - 8 = 5 \text{ pares} \end{aligned}$$

En la Tabla 37 se observa como al modificar al amortiguador en la semana en la que se encontró problemas, esos indicadores negros desaparecen y se logran evitar pérdidas en ventas para las semanas posteriores.

**Tabla 37.** SDA para el modelo Duende 2 talla 38

Semana	Amortiguador	Stock libre	tránsito	demanda	bodega	bodega+transito	reabasto	prioridad ST	prioridad CT
1	8	0	9	6	3	9	11	175,00%	62,50%
2	8	3	11	4	10	14	12	112,50%	-25,00%
3	8	10	12	7	15	22	3	62,50%	-87,50%
4	8	15	6	6	15	21	-7	-12,50%	-87,50%
5	8	15	0	3	12	15	-10	-50,00%	-50,00%
6	8	12	0	5	7	12	-9	12,50%	12,50%
7	8	7	0	4	3	7	-3	62,50%	62,50%
8	8	3	0	3	0	3	2	100,00%	100,00%
9	8	0	6	3	3	6	11	137,50%	62,50%
10	8	3	11	2	12	14	14	87,50%	-50,00%
11	8	12	14	10	16	26	0	75,00%	-100,00%
12	8	16	0	3	13	16	-11	-62,50%	-62,50%
13	8	13	0	0	13	13	-5	-62,50%	-62,50%
14	8	13	0	6	7	13	-11	12,50%	12,50%
15	8	7	0	1	6	7	0	25,00%	25,00%
16	8	6	0	0	6	6	2	25,00%	25,00%
17	8	6	6	1	11	12	7	37,50%	-37,50%
18	8	11	7	0	18	18	4	-37,50%	-125,00%
19	8	18	6	8	16	24	-12	-25,00%	-100,00%
20	8	16	0	5	11	16	-13	-37,50%	-37,50%
21	8	11	0	4	7	11	-7	12,50%	12,50%
22	8	7	0	1	6	7	0	25,00%	25,00%
23	13	6	5	7	4	11	5	107,69%	69,23%
24	13	4	6	2	8	10	13	84,62%	38,46%
25	13	8	13	7	14	21	11	92,31%	-7,69%
26	13	14	11	5	20	25	5	30,77%	-53,85%
27	13	20	6	6	20	26	-7	-7,69%	-53,85%
28	13	20	0	3	17	20	-10	-30,77%	-30,77%
29	13	17	0	3	14	17	-7	-7,69%	-7,69%
30	13	14	0	3	11	14	-4	15,38%	15,38%

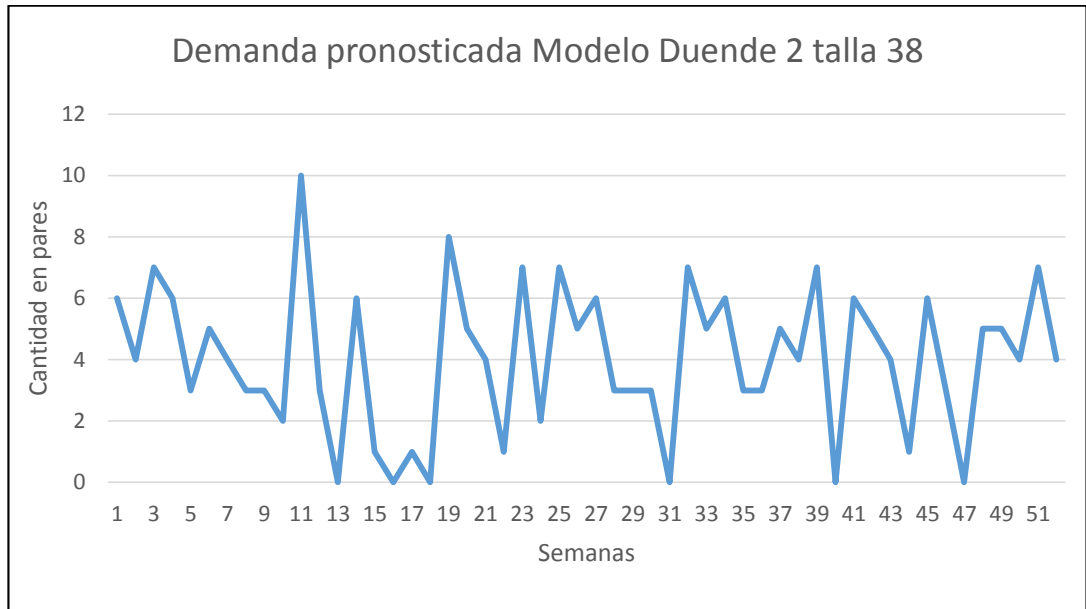


Continuación Tabla37 SDA para el modelo Duende 2 talla 38

Semana	Amortiguador	Stock libre	tránsito	demanda	bodega	bodega+transito	reabasto	prioridad ST	prioridad CT
31	13	11	0	0	11	11	2	15,38%	15,38%
32	13	11	6	7	10	17	1	69,23%	23,08%
33	13	10	6	5	11	16	4	61,54%	15,38%
34	13	11	6	6	11	17	2	61,54%	15,38%
35	13	11	6	3	14	17	5	38,46%	-7,69%
36	13	14	6	3	17	20	2	15,38%	-30,77%
37	13	17	6	5	18	23	-3	7,69%	-38,46%
38	13	18	0	4	14	18	-9	-7,69%	-7,69%
39	13	14	0	7	7	14	-8	46,15%	46,15%
40	13	7	0	0	7	7	6	46,15%	46,15%
41	13	7	6	6	7	13	6	92,31%	46,15%
42	13	7	6	5	8	13	7	84,62%	38,46%
43	13	8	7	4	11	15	8	69,23%	15,38%
44	13	11	8	1	18	19	9	23,08%	-38,46%
45	13	18	9	6	21	27	-2	7,69%	-61,54%
46	13	21	0	3	18	21	-11	-38,46%	-38,46%
47	13	18	0	0	18	18	-5	-38,46%	-38,46%
48	13	18	0	5	13	18	-10	0,00%	0,00%
49	13	13	0	5	8	13	-5	38,46%	38,46%
50	13	8	0	4	4	8	1	69,23%	69,23%
51	13	4	6	7	3	10	8	123,08%	76,92%
52	13	3	8	4	7	11	14	107,69%	46,15%

## Resumen

Al igual que en el ejemplo 1 se presenta el diagrama de la fluctuación de la demanda para el modelo en estudio, Figura 39. En la cual se logra apreciar un pico alto en la semana 11, posteriormente se observa como la demanda fluctúa con un patrón casi constante.



**Figura 39.** Demanda para el modelo Duende 2 talla 38

En la Tabla 38 se muestra la gerencia del amortiguador para el modelo en estudio, para el cálculo de los ítems que posee la tabla se utilizó las ecuaciones 22 hasta la 26.

**Tabla 38.** Gerencia del amortiguador

Semana	Stock ST	Suma verdes	Suma Amarillos	Suma Rojos	Stock CT
1	-6	8	5	3	3
2	-1	8	5	3	10
3	3	8	5	3	15
4	9	8	5	3	15
5	12	8	5	3	12
6	7	8	5	3	7
7	3	8	5	3	3
8	0	8	5	3	0
9	-3	8	5	3	3
10	1	8	5	3	12
11	2	8	5	3	16
12	13	8	5	3	13
13	13	8	5	3	13
14	7	8	5	3	7
15	6	8	5	3	6
16	6	8	5	3	6
17	5	8	5	3	11
18	11	8	5	3	18
19	10	8	5	3	16
20	11	8	5	3	11
21	7	8	5	3	7
22	6	8	5	3	6
23	-1	13	9	4	4
24	2	13	9	4	8
25	1	13	9	4	14
26	9	13	9	4	20

Continuación Tabla 38 Gerencia del amortiguador

Semana	Stock ST	Suma verdes	Suma Amarillos	Suma Rojos	Stock CT
27	14	13	9	4	20
28	17	13	9	4	17
29	14	13	9	4	14
30	11	13	9	4	11
31	11	13	9	4	11
32	4	13	9	4	10
33	5	13	9	4	11
34	5	13	9	4	11
35	8	13	9	4	14
36	11	13	9	4	17
37	12	13	9	4	18
38	14	13	9	4	14
39	7	13	9	4	7
40	7	13	9	4	7
41	1	13	9	4	7
42	2	13	9	4	8
43	4	13	9	4	11
44	10	13	9	4	18
45	12	13	9	4	21
46	18	13	9	4	18
47	18	13	9	4	18
48	13	13	9	4	13
49	8	13	9	4	8
50	4	13	9	4	4
51	-3	13	9	4	3
52	-1	13	9	4	7

En la Figura 40 se aprecia como el inventario se ubica en las distintas zonas del inventario. Evidenciándose que hasta la semana 21 el sobre inventario es mayor, después puede observarse que ese nivel disminuye situándose entre los niveles verde y amarillo mayormente. Como se mencionó en el resumen la demanda presentaba picos muy elevado, después descenso que llegaban a 0, pero al SDA esa fluctuación no presenta mayores problemas pues, en lo que corresponde al stock de la empresa ese se encuentra nivelado.

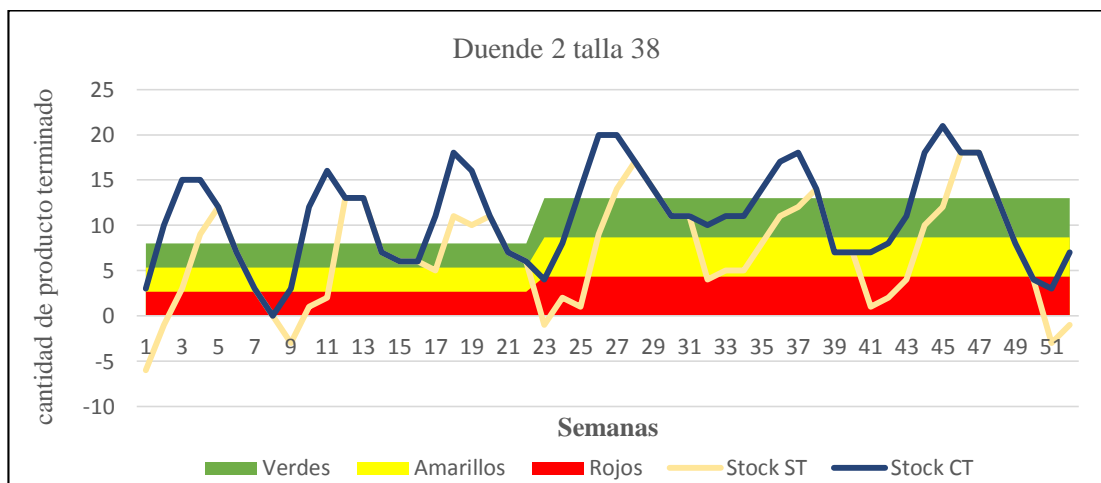


Figura 40. Gerencia del amortiguador para el modelo Duende 2 talla 38

### Ejemplo 3 calzado RL18 talla 37

Como en los dos primeros ejemplos ya mencionados anteriormente en la Tabla 39 se realiza el seguimiento del amortiguador a partir de la primera semana.

**Tabla 39.** SDA modelo RL18 talla 37

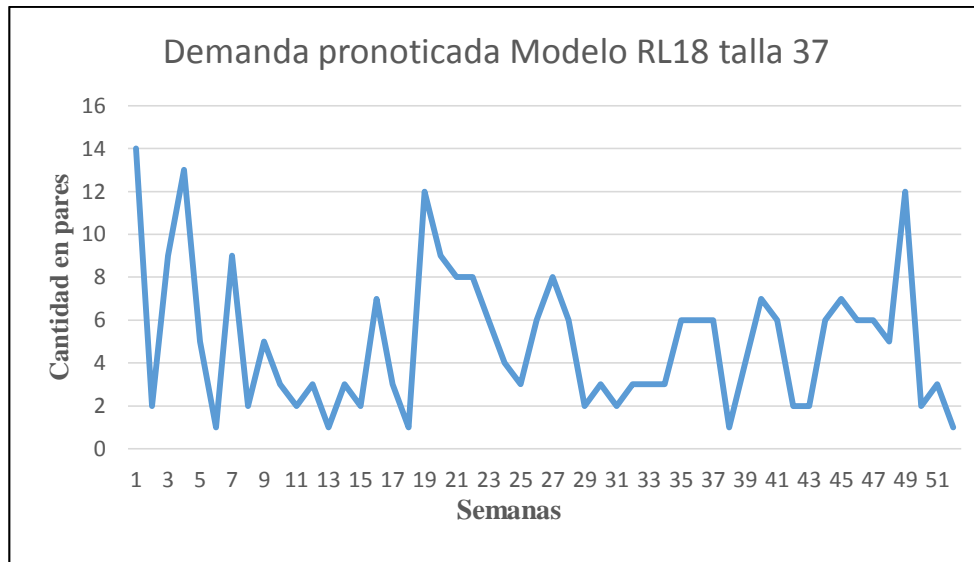
Semana	Amortiguador	Stock libre	tránsito	demanda	bodega	bodega+transito	reabasto	prioridad ST	prioridad CT
1	15	0	30	14	16	30	31	193,33%	-6,67%
2	15	16	31	2	45	47	28	6,67%	-200,00%
3	15	45	28	9	64	73	-11	-140,00%	-326,67%
4	15	64	0	13	51	64	-62	-240,00%	-240,00%
5	15	51	0	5	46	51	-41	-206,67%	-206,67%
6	15	46	0	1	45	46	-32	-200,00%	-200,00%
7	15	45	0	9	36	45	-39	-140,00%	-140,00%
8	15	36	0	2	34	36	-23	-126,67%	-126,67%
9	15	34	0	5	29	34	-24	-93,33%	-93,33%
10	15	29	0	3	26	29	-17	-73,33%	-73,33%
11	15	26	0	2	24	26	-13	-60,00%	-60,00%
12	15	24	0	3	21	24	-12	-40,00%	-40,00%
13	15	21	0	1	20	21	-7	-33,33%	-33,33%
14	15	20	0	3	17	20	-8	-13,33%	-13,33%
15	15	17	0	2	15	17	-4	0,00%	0,00%
16	15	15	0	7	8	15	-7	46,67%	46,67%
17	15	8	0	3	5	8	4	66,67%	66,67%
18	15	5	6	1	10	11	15	73,33%	33,33%
19	15	10	15	12	13	25	8	113,33%	13,33%
20	15	13	8	9	12	21	1	73,33%	20,00%
21	15	12	6	8	10	18	1	73,33%	33,33%
22	15	10	6	8	8	16	3	86,67%	46,67%
23	15	8	6	6	8	14	7	86,67%	46,67%
24	15	8	7	4	11	15	10	73,33%	26,67%
25	15	11	10	3	18	21	11	46,67%	-20,00%
26	15	18	11	6	23	29	2	20,00%	-53,33%

Continuación Tabla38 SDA modelo RL18 talla 37

Semana	Amortiguador	Stock libre	tránsito	demanda	bodega	bodega+transito	reabasto	prioridad ST	prioridad CT
27	15	23	6	8	21	29	-10	0,00%	-40,00%
28	15	21	0	6	15	21	-12	0,00%	0,00%
29	15	15	0	2	13	15	-2	13,33%	13,33%
30	15	13	0	3	10	13	-1	33,33%	33,33%
31	15	10	0	2	8	10	3	46,67%	46,67%
32	15	8	6	3	11	14	10	66,67%	26,67%
33	15	11	10	3	18	21	11	46,67%	-20,00%
34	15	18	11	3	26	29	5	0,00%	-73,33%
35	15	26	5	6	25	31	-12	-33,33%	-66,67%
36	15	25	0	6	19	25	-16	-26,67%	-26,67%
37	15	19	0	6	13	19	-10	13,33%	13,33%
38	15	13	0	1	12	13	1	20,00%	20,00%
39	15	12	6	4	14	18	5	46,67%	6,67%
40	15	14	6	7	13	20	0	53,33%	13,33%
41	15	13	0	6	7	13	-4	53,33%	53,33%
42	15	7	0	2	5	7	6	66,67%	66,67%
43	15	5	6	2	9	11	14	80,00%	40,00%
44	15	9	14	6	17	23	14	80,00%	-13,33%
45	15	17	14	7	24	31	5	33,33%	-60,00%
46	15	24	6	6	24	30	-9	-20,00%	-60,00%
47	15	24	0	6	18	24	-15	-20,00%	-20,00%
48	15	18	0	5	13	18	-8	13,33%	13,33%
49	15	13	0	12	7	13	-10	93,33%	93,33%
50	15	7	0	2	5	7	6	66,67%	66,67%
51	15	5	6	3	8	11	13	86,67%	46,67%
52	15	8	13	1	20	21	19	53,33%	-33,33%

## Resumen

Se presenta la Figura 41 la cual muestra la demanda que posee el modelo, mostrando que en la semana 4, semana 19 existirá una demanda muy alta, mientras que en la semana 2, semana 6, semana 18, semana 38 y semana 52 esa demanda se reduce significativamente.



**Figura 41.** Demanda para el modelo RL18 talla 37

A continuación, se presenta la gerencia del amortiguador, al igual que en los ejemplos anteriores se utiliza las ecuaciones 22 a la 25 para el cálculo.

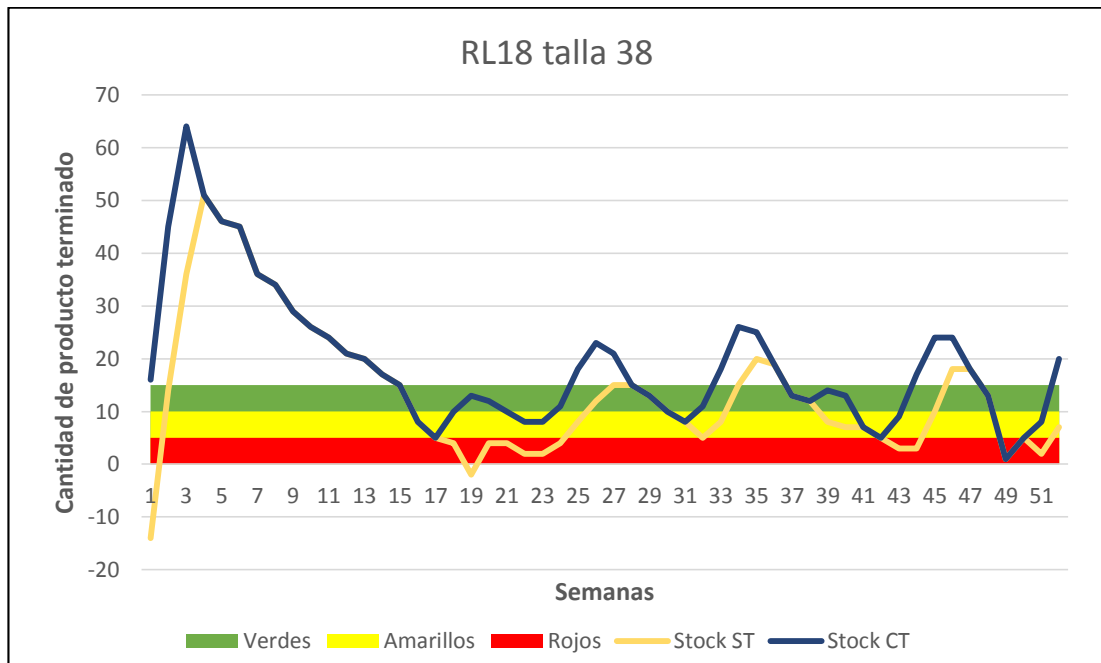
**Tabla 40.** Gerencia del amortiguador modelo RL18 talla 37

Semana	Stock ST	Suma verdes	Suma Amarillos	Suma Rojos	Stock CT
1	-14	15	10	5	16
2	14	15	10	5	45
3	36	15	10	5	64
4	51	15	10	5	51
5	46	15	10	5	46
6	45	15	10	5	45
7	36	15	10	5	36
8	34	15	10	5	34
9	29	15	10	5	29
10	26	15	10	5	26
11	24	15	10	5	24
12	21	15	10	5	21
13	20	15	10	5	20
14	17	15	10	5	17
15	15	15	10	5	15

Continuación Tabla 40 Gerencia del amortiguador modelo RL18 talla 37

Semana	Stock ST	Suma verdes	Suma Amarillos	Suma Rojos	Stock CT
16	8	15	10	5	8
17	5	15	10	5	5
18	4	15	10	5	10
19	-2	15	10	5	13
20	4	15	10	5	12
21	4	15	10	5	10
22	2	15	10	5	8
23	2	15	10	5	8
24	4	15	10	5	11
25	8	15	10	5	18
26	12	15	10	5	23
27	15	15	10	5	21
28	15	15	10	5	15
29	13	15	10	5	13
30	10	15	10	5	10
31	8	15	10	5	8
32	5	15	10	5	11
33	8	15	10	5	18
34	15	15	10	5	26
35	20	15	10	5	25
36	19	15	10	5	19
37	13	15	10	5	13
38	12	15	10	5	12
39	8	15	10	5	14
40	7	15	10	5	13
41	7	15	10	5	7
42	5	15	10	5	5
43	3	15	10	5	9
44	3	15	10	5	17
45	10	15	10	5	24
46	18	15	10	5	24
47	18	15	10	5	18
48	13	15	10	5	13
49	1	15	10	5	1
50	5	15	10	5	5
51	2	15	10	5	8
52	7	15	10	5	20

Con la información proporcionada por la Tabla 40 se obtiene la Figura 42 en la cual se aprecia un exceso de inventario el cual va reduciendo paulatinamente hasta que en la semana 16 llega al punto en el cual se nivela, con lo cual el inventario con transito Stock CT se posiciona entre las zonas verde y amarilla en su gran materia, se observa además un sobre inventario en ciertas semanas pero cabe recalcar que es mínimo en comparación a las primeras semanas de análisis.



**Figura 42.** Gerencia del amortiguador para el modelo RL18 talla 3

### 3.4.4 Cuerda

El paso final al establecer la metodología TAC es definir a aquel elemento el cual permite la regulación de liberación del producto terminado, estableciendo así que el inventario no crezca por encima del nivel dictaminado por el amortiguador, en el proyecto la cuerda se enlaza desde el área de producción, regulando así el nivel de inventario en la bodega de producto terminado según la demanda que presente el producto.

Para Vulcano Shoes la cuerda se refiere al sistema con el cual se atenderán pedidos especiales que puedan presentarse, mismos que deberán ser atendidos con prioridad, con el fin de evitar inventarios en rojo o en el peor de los escenarios pérdidas en ventas.

Para un mayor entendimiento a continuación, se presenta el sistema de pedidos especiales para el modelo MO11 talla 39.

### Ejemplo: Modelo MO11 talla 39

Se inicia verificando el nivel del inventario con transito correspondiente a cada semana en estudio a partir de la semana 1 hasta la semana 52, obsérvese en la Tabla 40 que en



las semanas 15 y 51 el nivel de inventario presenta una coloración roja, lo cual quiere decir que se debe tomar acciones de lo contrario se corre el riesgo de tener pérdidas en ventas. En este punto entra en acción el sistema de la cuerda en la cual con la ayuda de la ecuación 28 se indicará a la zona de producción que se necesita un pedido urgente el cual permita llevar al inventario a un nivel de seguridad.

$$\%CT \text{ cuerda} = \frac{\text{amortiguador} - (\text{stock libre} + (\text{tránsito} + \text{cuerda}) - \text{demanda})}{\text{amortiguador}} * 100\% \quad (28)$$

$$\%CT \text{ cuerda} = \frac{16 - (8 + (39 + 7) - 17)}{16} * 100\% = 31,25\%$$

En nuevo stock es calculado mediante la ecuación 29.

$$\text{Stock final} = (\text{bodega} + \text{transito}) + \text{cuerda} \quad (29)$$

$$\text{Stock final} = (8) + 7 = 15 \text{ pares}$$

Cabe recalcar que el valor que toma la cuerda es igual a un lote mínimo de producción, o en casos en los que todavía el nivel se mantenga en negro, al lote mínimo se añade más elementos hasta que esa pérdida en venta llegue a un nivel rojo como mínimo.

**Tabla 41.** Inventario sin cuerda

Semana	Amortiguador	Stock libre	tránsito	demanda	bodega	bodega+transito	reabasto	Cuerda	%CT cuerda	prioridad CT	Stock final
1	16	8	39	17	30	47	30	0	-87,50%	-87,50%	47
2	16	30	30	6	54	60	10	0	-237,50%	-237,50%	60
3	16	54	10	9	55	64	-37	0	-243,75%	-243,75%	64
4	16	55	0	6	49	55	-45	0	-206,25%	-206,25%	55
5	16	49	0	6	43	49	-39	0	-168,75%	-168,75%	49
6	16	43	0	3	40	43	-30	0	-150,00%	-150,00%	43
7	16	40	0	2	38	40	-26	0	-137,50%	-137,50%	40
8	16	38	0	5	33	38	-27	0	-106,25%	-106,25%	38
9	16	33	0	2	31	33	-19	0	-93,75%	-93,75%	33
10	16	31	0	4	27	31	-19	0	-68,75%	-68,75%	31
11	16	27	0	3	24	27	-14	0	-50,00%	-50,00%	27
12	16	24	0	3	21	24	-11	0	-31,25%	-31,25%	24
13	16	21	0	2	19	21	-7	0	-18,75%	-18,75%	21
14	16	19	0	11	8	19	-14	0	50,00%	50,00%	19
15	16	8	0	4	4	8	4	0	75,00%	75,00%	8
16	16	4	7	1	10	11	18	0	37,50%	37,50%	11
17	16	10	18	5	23	28	19	0	-43,75%	-43,75%	28
18	16	23	19	4	38	42	8	0	-137,50%	-137,50%	42
19	16	38	8	20	26	46	-34	0	-62,50%	-62,50%	46
20	16	26	0	11	15	26	-21	0	6,25%	6,25%	26
21	16	15	0	0	15	15	1	0	6,25%	6,25%	15
22	16	15	7	3	19	22	5	0	-18,75%	-18,75%	22
23	16	19	7	13	13	26	-9	0	18,75%	18,75%	26
24	16	13	0	2	11	13	1	0	31,25%	31,25%	13
25	16	11	7	5	13	18	7	0	18,75%	18,75%	18
26	16	13	7	9	11	20	1	0	31,25%	31,25%	20
27	16	11	7	5	13	18	7	0	18,75%	18,75%	18
28	16	13	7	3	17	20	7	0	-6,25%	-6,25%	20

Continuación Tabla 41. Inventario sin cuerda

Semana	Amortiguador	Stock libre	tránsito	demanda	bodega	bodega+transito	reabasto	Cuerda	%CT cuerda	prioridad CT	Stock final
29	16	17	7	5	19	24	1	0	-18,75%	-18,75%	24
30	16	19	7	2	24	26	2	0	-50,00%	-50,00%	26
31	16	24	7	2	29	31	-3	0	-81,25%	-81,25%	31
32	16	29	0	9	20	29	-22	0	-25,00%	-25,00%	29
33	16	20	0	5	15	20	-9	0	6,25%	6,25%	20
34	16	15	0	2	13	15	-1	0	18,75%	18,75%	15
35	16	13	0	2	11	13	1	0	31,25%	31,25%	13
36	16	11	7	5	13	18	7	0	18,75%	18,75%	18
37	16	13	7	3	17	20	7	0	-6,25%	-6,25%	20
38	16	17	7	3	21	24	3	0	-31,25%	-31,25%	24
39	16	21	7	0	28	28	2	0	-75,00%	-75,00%	28
40	16	28	7	7	28	35	-12	0	-75,00%	-75,00%	35
41	16	28	0	6	22	28	-18	0	-37,50%	-37,50%	28
42	16	22	0	4	18	22	-10	0	-12,50%	-12,50%	22
43	16	18	0	3	15	18	-5	0	6,25%	6,25%	18
44	16	15	0	0	15	15	1	0	6,25%	6,25%	15
45	16	15	7	5	17	22	3	0	-6,25%	-6,25%	22
46	16	17	7	5	19	24	1	0	-18,75%	-18,75%	24
47	16	19	7	3	23	26	1	0	-43,75%	-43,75%	26
48	16	23	7	5	25	30	-5	0	-56,25%	-56,25%	30
49	16	25	0	14	11	25	-23	0	31,25%	31,25%	25
50	16	11	0	5	6	11	0	0	62,50%	62,50%	11
51	16	6	0	1	5	6	9	0	68,75%	68,75%	6
52	16	5	9	1	13	14	19	0	18,75%	18,75%	14

Como se aprecia en la Tabla 41 la semana 15 presenta un nivel de inventario del 75% y en la semana 51 un nivel del 68,75%, aplicando la ecuación 28 ese nivel se reduce al 31,25% y 25% respectivamente como se indica en la Tabla 42.

Tabla 42. Sistema de pedidos especiales

Semana	Amortiguador	Stock libre	tránsito	demanda	bodega	bodega+transito	reabasto	Cuerda	%CT cuerda	prioridad CT	Stock final
1	16	8	39	17	30	47	30	0	-87,50%	-87,50%	47
2	16	30	30	6	54	60	10	0	-237,50%	-237,50%	60
3	16	54	10	9	55	64	-37	0	-243,75%	-243,75%	64
4	16	55	0	6	49	55	-45	0	-206,25%	-206,25%	55
5	16	49	0	6	43	49	-39	0	-168,75%	-168,75%	49
6	16	43	0	3	40	43	-30	0	-150,00%	-150,00%	43
7	16	40	0	2	38	40	-26	0	-137,50%	-137,50%	40
8	16	38	0	5	33	38	-27	0	-106,25%	-106,25%	38
9	16	33	0	2	31	33	-19	0	-93,75%	-93,75%	33
10	16	31	0	4	27	31	-19	0	-68,75%	-68,75%	31
11	16	27	0	3	24	27	-14	0	-50,00%	-50,00%	27
12	16	24	0	3	21	24	-11	0	-31,25%	-31,25%	24
13	16	21	0	2	19	21	-7	0	-18,75%	-18,75%	21
14	16	19	0	11	8	19	-14	0	50,00%	50,00%	19
15	16	8	0	4	4	8	4	7	31,25%	31,25%	15
16	16	4	7	1	10	11	18	0	37,50%	37,50%	11
17	16	10	18	5	23	28	19	0	-43,75%	-43,75%	28
18	16	23	19	4	38	42	8	0	-137,50%	-137,50%	42
19	16	38	8	20	26	46	-34	0	-62,50%	-62,50%	46
20	16	26	0	11	15	26	-21	0	6,25%	6,25%	26
21	16	15	0	0	15	15	1	0	6,25%	6,25%	15
22	16	15	7	3	19	22	5	0	-18,75%	-18,75%	22
23	16	19	7	13	13	26	-9	0	18,75%	18,75%	26
24	16	13	0	2	11	13	1	0	31,25%	31,25%	13
25	16	11	7	5	13	18	7	0	18,75%	18,75%	18
26	16	13	7	9	11	20	1	0	31,25%	31,25%	20
27	16	11	7	5	13	18	7	0	18,75%	18,75%	18
28	16	13	7	3	17	20	7	0	-6,25%	-6,25%	20

Continuación Tabla 42. Sistema de pedidos especiales

Semana	Amortiguador	Stock libre	tránsito	demanda	bodega	bodega+transito	reabasto	Cuerda	%CT cuerda	prioridad CT	Stock final
29	16	17	7	5	19	24	1	0	-18,75%	-18,75%	24
30	16	19	7	2	24	26	2	0	-50,00%	-50,00%	26
31	16	24	7	2	29	31	-3	0	-81,25%	-81,25%	31
32	16	29	0	9	20	29	-22	0	-25,00%	-25,00%	29
33	16	20	0	5	15	20	-9	0	6,25%	6,25%	20
34	16	15	0	2	13	15	-1	0	18,75%	18,75%	15
35	16	13	0	2	11	13	1	0	31,25%	31,25%	13
36	16	11	7	5	13	18	7	0	18,75%	18,75%	18
37	16	13	7	3	17	20	7	0	-6,25%	-6,25%	20
38	16	17	7	3	21	24	3	0	-31,25%	-31,25%	24
39	16	21	7	0	28	28	2	0	-75,00%	-75,00%	28
40	16	28	7	7	28	35	-12	0	-75,00%	-75,00%	35
41	16	28	0	6	22	28	-18	0	-37,50%	-37,50%	28
42	16	22	0	4	18	22	-10	0	-12,50%	-12,50%	22
43	16	18	0	3	15	18	-5	0	6,25%	6,25%	18
44	16	15	0	0	15	15	1	0	6,25%	6,25%	15
45	16	15	7	5	17	22	3	0	-6,25%	-6,25%	22
46	16	17	7	5	19	24	1	0	-18,75%	-18,75%	24
47	16	19	7	3	23	26	1	0	-43,75%	-43,75%	26
48	16	23	7	5	25	30	-5	0	-56,25%	-56,25%	30
49	16	25	0	14	11	25	-23	0	31,25%	31,25%	25
50	16	11	0	5	6	11	0	0	62,50%	62,50%	11
51	16	6	0	1	5	6	9	7	25,00%	25,00%	13
52	16	5	9	1	13	14	19	0	18,75%	18,75%	14

El proceso es similar para todos los modelos, se busca la semana o semanas en la cuales el nivel de inventario sea critico es y se planifica un pedido en esa semana el cual se entregará en dicha semana con carácter de prioritario.

### 3.4.5 Resultados de la metodología TAC para todos los modelos en estudio

Para verificar las mejoras que brindó la técnica a nivel global es necesario tener el seguimiento dinámico del amortiguador para los 9 modelos con sus respectivas tallas, el anexo 4 presenta el seguimiento del amortiguador a nivel global, mostrando como va cambiando el amortiguador a medida que transcurre el tiempo. En la tabla 43 se muestra un extracto del anexo 4, en el cual se observa que los datos para cada semana representan el porcentaje de consumo del amortiguador.

**Tabla 43.** Extracto del SDA para todos los modelos

Modelo Semana	MO11						DUENDE 2					
	37	38	39	40	41	42	37	38	39	40	41	42
1	-1,25	0,09	-0,88	0,42	-0,29	-2,75	-2,67	-0,25	-0,15	0,58	-3,17	-5,67
2	-1,00	-0,18	-2,38	0,25	0,14	-2,50	-2,33	-0,88	-1,38	-0,42	-2,83	-5,33
3	-0,50	-0,09	-2,44	0,25	0,56	-2,00	-2,00	-0,88	-2,08	-1,67	-2,50	-5,00
4	-0,25	0,27	-2,06	0,08	0,33	-1,75	-2,00	-0,50	-1,92	-2,33	-2,33	-5,00
5	0,00	0,18	-1,69	0,25	-0,22	-1,50	-1,67	0,13	-1,62	-2,00	-2,17	-4,67
6	0,00	0,33	-1,50	0,58	-1,00	-1,50	-1,33	0,63	-1,38	-1,75	-2,00	-4,33
7	0,00	0,00	-1,38	0,33	-1,44	-1,50	-1,33	0,25	-1,23	-1,58	-1,83	-4,33
8	0,25	-1,20	-1,06	0,42	-1,22	-1,25	-1,00	0,63	-1,08	-1,33	-1,67	-4,00
9	0,25	-2,33	-0,94	0,33	-1,11	-1,25	-1,00	-0,50	-0,92	-1,17	-1,50	-4,00
10	-0,25	-2,13	-0,69	-0,75	-1,00	-1,00	-0,33	-1,00	-0,38	-0,50	-0,83	-3,33
11	-0,75	-1,93	-0,50	-1,83	-0,89	-0,75	0,00	-0,63	-0,23	-0,25	-0,67	-3,00
12	-1,50	-1,80	-0,31	-2,08	-0,78	-0,75	0,00	-0,63	-0,23	-0,25	-0,67	-3,00
13	-1,50	-1,67	-0,19	-1,92	-0,67	-0,75	0,00	0,13	0,23	0,25	0,33	-2,00
14	-1,25	-1,40	0,50	-1,17	-0,22	-0,50	0,25	0,25	0,31	0,33	0,50	-1,67
15	-1,25	-1,33	0,31	-0,92	-0,11	-0,50	0,00	0,25	-0,08	-0,17	-0,17	-1,67

Mediante la Tabla 43 la empresa puede establecer políticas de inventario para un adecuado manejo de los amortiguadores, permitiendo así a la gerencia, al supervisor de producción y al encargado de la gestión financiera, llevar un mejor control para evitar gastos innecesarios. Para cada zona del inventario las políticas de inventario son las siguientes:

- Zona Azul: Se debe evitar en lo posible pues representa exceso de inventario, lo cual a la empresa a nivel financiero es un estancamiento de dinero en bodegas.
- Zona verde: Nivel óptimo de inventario, solo se realizan chequeos semanales de inventario.
- Zona Amarilla: Zona de prevención, se debe hacer énfasis en aquellos productos que se agoten con mayor rapidez para evitar faltantes.
- Zona Roja: Inventario en estado crítico se debe activar el sistema de pedidos especiales pues de no hacerlo acarreará ventas perdidas en algún punto del tiempo.
- Zona Negra: Zona prohibida, evitar en lo posible pues esta zona indica pérdidas en ventas

Establecidas las políticas del amortiguador el siguiente paso es verificar el porcentaje de cada zona del amortiguador para el inventario sin tránsito y el inventario con tránsito, para lo cual se suma el número de todas las prioridades, para después identificar el porcentaje que tiene cada una de ellas.

### **Inventario sin tránsito**

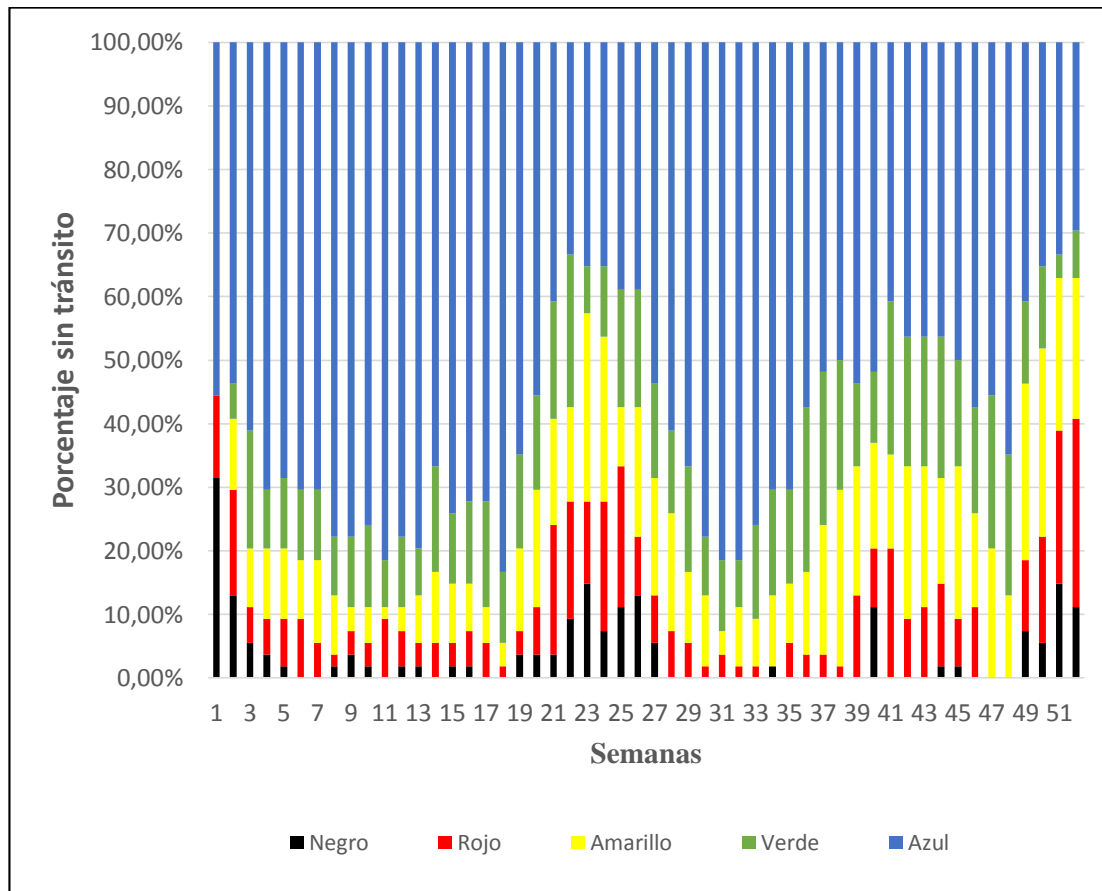
Es la guía para el seguimiento dinámico de amortiguadores, permite mostrar los posibles escenarios en los que no se ha llevado ningún control en inventario, es decir presenta la situación en la que se encontraba la empresa antes de la implementación de la metodología. En la Tabla 43 se presenta el porcentaje de cada zona del amortiguador para el inventario sin tránsito de todos los modelos en estudio.

**Tabla 44.** Porcentaje de zonas del inventario sin tránsito

Semana	Negro	Rojo	Amarillo	Verde	Azul	Total
1	31,48%	12,96%	0,00%	0,00%	55,56%	100,00%
2	12,96%	16,67%	11,11%	5,56%	53,70%	100,00%
3	5,56%	5,56%	9,26%	18,52%	61,11%	100,00%
4	3,70%	5,56%	11,11%	9,26%	70,37%	100,00%
5	1,85%	7,41%	11,11%	11,11%	68,52%	100,00%
6	0,00%	9,26%	9,26%	11,11%	70,37%	100,00%
7	0,00%	5,56%	12,96%	11,11%	70,37%	100,00%
8	1,85%	1,85%	9,26%	9,26%	77,78%	100,00%
9	3,70%	3,70%	3,70%	11,11%	77,78%	100,00%
10	1,85%	3,70%	5,56%	12,96%	75,93%	100,00%
11	0,00%	9,26%	1,85%	7,41%	81,48%	100,00%
12	1,85%	5,56%	3,70%	11,11%	77,78%	100,00%
13	1,85%	3,70%	7,41%	7,41%	79,63%	100,00%
14	0,00%	5,56%	11,11%	16,67%	66,67%	100,00%
15	1,85%	3,70%	9,26%	11,11%	74,07%	100,00%
16	1,85%	5,56%	7,41%	12,96%	72,22%	100,00%
17	0,00%	5,56%	5,56%	16,67%	72,22%	100,00%
18	0,00%	1,85%	3,70%	11,11%	83,33%	100,00%
19	3,70%	3,70%	12,96%	14,81%	64,81%	100,00%
20	3,70%	7,41%	18,52%	14,81%	55,56%	100,00%
21	3,70%	20,37%	16,67%	18,52%	40,74%	100,00%
22	9,26%	18,52%	14,81%	24,07%	33,33%	100,00%
23	14,81%	12,96%	29,63%	7,41%	35,19%	100,00%
24	7,41%	20,37%	25,93%	11,11%	35,19%	100,00%
25	11,11%	22,22%	9,26%	18,52%	38,89%	100,00%
26	12,96%	9,26%	20,37%	18,52%	38,89%	100,00%
27	5,56%	7,41%	18,52%	14,81%	53,70%	100,00%
28	0,00%	7,41%	18,52%	12,96%	61,11%	100,00%
29	0,00%	5,56%	11,11%	16,67%	66,67%	100,00%
30	0,00%	1,85%	11,11%	9,26%	77,78%	100,00%
31	0,00%	3,70%	3,70%	11,11%	81,48%	100,00%
32	0,00%	1,85%	9,26%	7,41%	81,48%	100,00%
33	0,00%	1,85%	7,41%	14,81%	75,93%	100,00%
34	1,85%	0,00%	11,11%	16,67%	70,37%	100,00%
35	0,00%	5,56%	9,26%	14,81%	70,37%	100,00%
36	0,00%	3,70%	12,96%	25,93%	57,41%	100,00%
37	0,00%	3,70%	20,37%	24,07%	51,85%	100,00%
38	0,00%	1,85%	27,78%	20,37%	50,00%	100,00%
39	0,00%	12,96%	20,37%	12,96%	53,70%	100,00%
40	11,11%	9,26%	16,67%	11,11%	51,85%	100,00%
41	0,00%	20,37%	14,81%	24,07%	40,74%	100,00%
42	0,00%	9,26%	24,07%	20,37%	46,30%	100,00%
43	0,00%	11,11%	22,22%	20,37%	46,30%	100,00%
44	1,85%	12,96%	16,67%	22,22%	46,30%	100,00%
45	1,85%	7,41%	24,07%	16,67%	50,00%	100,00%
46	0,00%	11,11%	14,81%	16,67%	57,41%	100,00%
47	0,00%	0,00%	20,37%	24,07%	55,56%	100,00%
48	0,00%	0,00%	12,96%	22,22%	64,81%	100,00%
49	7,41%	11,11%	27,78%	12,96%	40,74%	100,00%
50	5,56%	16,67%	29,63%	12,96%	35,19%	100,00%
51	14,81%	24,07%	24,07%	3,70%	33,33%	100,00%
52	11,11%	29,63%	22,22%	7,41%	29,63%	100,00%



De la Tabla 44 se obtiene la Figura 43 en la cual se observa cómo influye el no tener control sobre el inventario, pues se observan semanas en la cuales existen ventas perdidas, un exceso de inventario además de un inventario en niveles críticos en casi todas las semanas de proyección, en resumen, ventas perdidas o posibilidades de pérdida.



**Figura 43.** Gerencia de amortiguadores. Inventario sin tránsito

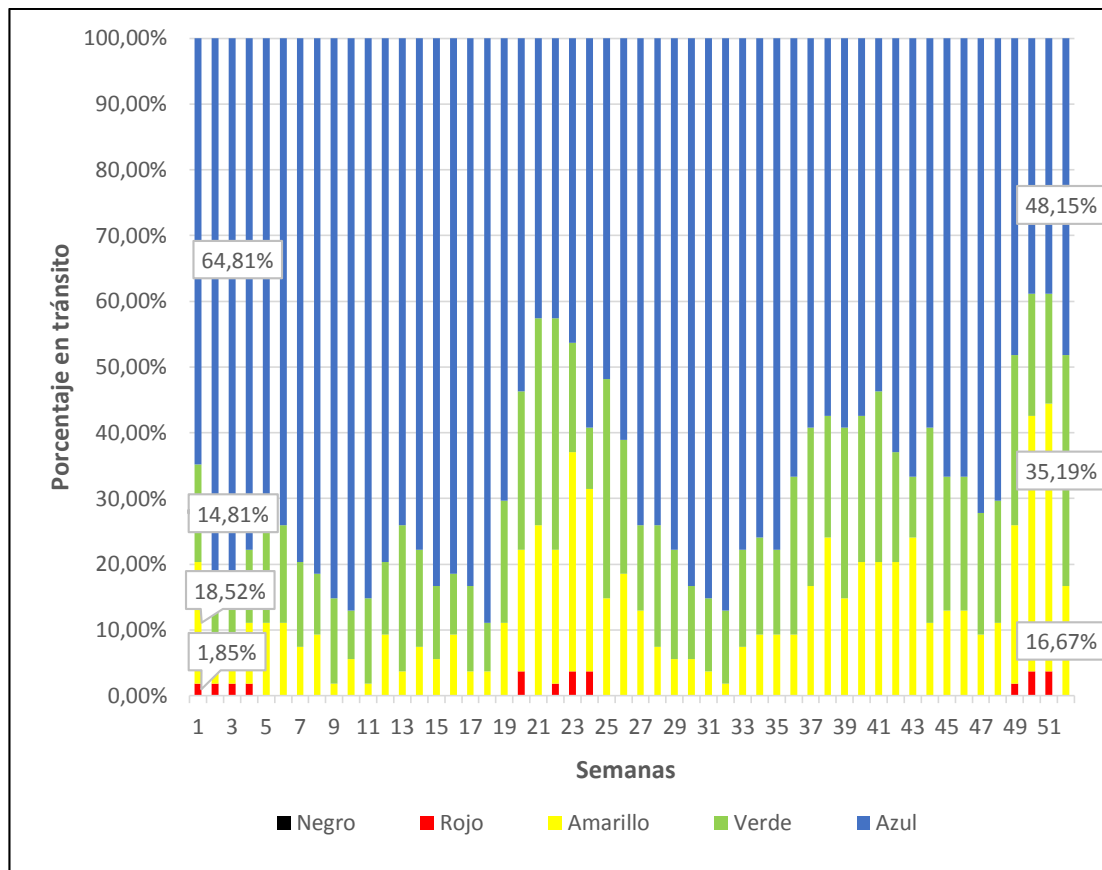
### **Inventario con tránsito**

Se presenta la mejora lograda con la implementación de la metodología TAC, es decir un manejo adecuado de inventario, satisfacción de la demanda de los clientes, dinamismo y una producción focalizada lo cual brinda a la empresa una ventaja competitiva. En la Tabla 45 se ilustra el porcentaje de cada zona del inventario acorde la metodología TAC.

**Tabla 45. Porcentaje de zonas del inventario con tránsito**

Semana	Negro	Rojo	Amarillo	Verde	Azul	Total
1	0,00%	1,85%	18,52%	14,81%	64,81%	100,00%
2	0,00%	1,85%	1,85%	9,26%	87,04%	100,00%
3	0,00%	1,85%	3,70%	11,11%	83,33%	100,00%
4	0,00%	1,85%	9,26%	11,11%	77,78%	100,00%
5	0,00%	0,00%	11,11%	16,67%	72,22%	100,00%
6	0,00%	0,00%	11,11%	14,81%	74,07%	100,00%
7	0,00%	0,00%	7,41%	12,96%	79,63%	100,00%
8	0,00%	0,00%	9,26%	9,26%	81,48%	100,00%
9	0,00%	0,00%	1,85%	12,96%	85,19%	100,00%
10	0,00%	0,00%	5,56%	7,41%	87,04%	100,00%
11	0,00%	0,00%	1,85%	12,96%	85,19%	100,00%
12	0,00%	0,00%	9,26%	11,11%	79,63%	100,00%
13	0,00%	0,00%	3,70%	22,22%	74,07%	100,00%
14	0,00%	0,00%	7,41%	14,81%	77,78%	100,00%
15	0,00%	0,00%	5,56%	11,11%	83,33%	100,00%
16	0,00%	0,00%	9,26%	9,26%	81,48%	100,00%
17	0,00%	0,00%	3,70%	12,96%	83,33%	100,00%
18	0,00%	0,00%	3,70%	7,41%	88,89%	100,00%
19	0,00%	0,00%	11,11%	18,52%	70,37%	100,00%
20	0,00%	3,70%	18,52%	24,07%	53,70%	100,00%
21	0,00%	0,00%	25,93%	31,48%	42,59%	100,00%
22	0,00%	1,85%	20,37%	35,19%	42,59%	100,00%
23	0,00%	3,70%	33,33%	16,67%	46,30%	100,00%
24	0,00%	3,70%	27,78%	9,26%	59,26%	100,00%
25	0,00%	0,00%	14,81%	33,33%	51,85%	100,00%
26	0,00%	0,00%	18,52%	20,37%	61,11%	100,00%
27	0,00%	0,00%	12,96%	12,96%	74,07%	100,00%
28	0,00%	0,00%	7,41%	18,52%	74,07%	100,00%
29	0,00%	0,00%	5,56%	16,67%	77,78%	100,00%
30	0,00%	0,00%	5,56%	11,11%	83,33%	100,00%
31	0,00%	0,00%	3,70%	11,11%	85,19%	100,00%
32	0,00%	0,00%	1,85%	11,11%	87,04%	100,00%
33	0,00%	0,00%	7,41%	14,81%	77,78%	100,00%
34	0,00%	0,00%	9,26%	14,81%	75,93%	100,00%
35	0,00%	0,00%	9,26%	12,96%	77,78%	100,00%
36	0,00%	0,00%	9,26%	24,07%	66,67%	100,00%
37	0,00%	0,00%	16,67%	24,07%	59,26%	100,00%
38	0,00%	0,00%	24,07%	18,52%	57,41%	100,00%
39	0,00%	0,00%	14,81%	25,93%	59,26%	100,00%
40	0,00%	0,00%	20,37%	22,22%	57,41%	100,00%
41	0,00%	0,00%	20,37%	25,93%	53,70%	100,00%
42	0,00%	0,00%	20,37%	16,67%	62,96%	100,00%
43	0,00%	0,00%	24,07%	9,26%	66,67%	100,00%
44	0,00%	0,00%	11,11%	29,63%	59,26%	100,00%
45	0,00%	0,00%	12,96%	20,37%	66,67%	100,00%
46	0,00%	0,00%	12,96%	20,37%	66,67%	100,00%
47	0,00%	0,00%	9,26%	18,52%	72,22%	100,00%
48	0,00%	0,00%	11,11%	18,52%	70,37%	100,00%
49	0,00%	1,85%	24,07%	25,93%	48,15%	100,00%
50	0,00%	3,70%	38,89%	18,52%	38,89%	100,00%
51	0,00%	3,70%	40,74%	16,67%	38,89%	100,00%
52	0,00%	0,00%	16,67%	35,19%	48,15%	100,00%

En la Figura 44 se presenta el resumen de la Tabla 45 en el cual se puede apreciar que apenas como el nivel de sobre inventario es decir la zona azul baja de un 64, 81% en la primera semana a un 48,15% en la semana 52; en la zona verde se mejora pues pasa de un 14,81% a un 35,19%; el porcentaje en la zona amarilla se reduce de un 18,52% a un 16,67% el nivel crítico desaparece en la última semana.



**Figura 44.** Gerencia de amortiguadores inventario con tránsito

### Mejora en las zonas del inventario

Utilizando la información de la Tabla 44 se analiza que tanto ha mejorado la situación en el inventario, para ello se selecciona intervalos trimestrales. El análisis empieza haciendo una diferenciación entre el porcentaje de la semana inicial y la semana final, ese proceso se lo realiza en los intervalos señalados hasta la semana 52. La Tabla 46 se presenta porcentajes que demuestran la mejora adquirida una vez implantada la metodología TAC.

**Tabla 46.** Porcentajes de mejora en zonas del inventario

Intervalo	Negro	Rojo	Amarillo	Verde	Azul
1	0,00%	-1,85%	-14,81%	7,41%	9,26%
2	0,00%	0,00%	14,81%	-1,85%	-12,96%
3	0,00%	0,00%	-3,70%	5,56%	-1,85%
4	0,00%	0,00%	1,85%	9,26%	-11,11%
Final	0,00%	-1,85%	-1,85%	20,37%	-16,67%

### Cambios en el inventario

Para evidenciar como ha sido la mejora en cada nivel del inventario se busca el porcentaje con el cual ha cambiado el inventario, para ello se utiliza la información de la Tabla 46 y el porcentaje de cada zona para la semana 1 el cual se encuentra plasmado en la Tabla 45. Aplicando la ecuación 30 se verificará el porcentaje de cambio.

$$\text{porcentaje cambio} = \frac{\text{porcentaje de mejora final}}{\text{porcentaje de zona del inventario semana 1}} * 100\% \quad (30)$$

$$\text{porcentaje cambio} = \frac{-1,85\%}{1,85\%} * 100\% = -100\%$$

**Tabla 47.** Porcentaje de cambio

	Negro	Rojo	Amarillo	Verde	Azul
% Final	0,00%	-1,85%	-1,85%	20,37%	-16,67%
% Semana 1	0,00%	1,85%	18,52%	14,81%	64,81%
Cambio	0,00%	-100,00%	-10,00%	137,50%	-25,71%

En la Tabla 47 se muestran los porcentajes de cambio según cada zona del inventario, en la cual el signo negativo indica una reducción como es el caso de las zonas roja, amarilla y azul, mientras que la zona de seguridad aumenta.

### 3.5 Dinero en inventario

El resultado final de la metodología TAC es ver cuánto dinero puede ahorrar la empresa tras su implementación, para lo cual se hace un seguimiento semanal el cual es resultado de la multiplicación del inventario en la semana de estudio con el coste del producto. Mediante la ecuación 31 se calcula el dinero que se tiene en inventario en la semana de estudio. A continuación, se presenta un ejemplo de cálculo del dinero en inventario para el modelo MO11 talla 37.

$$\text{costo inventario Semana1} = \text{Stock final} * \text{costo} \quad (31)$$

$$\text{costo inventario Semana1} = 13 \text{ pares} * \$20,40 = \$265,20$$

En la Tabla 48 se muestra el extracto del cálculo de dinero en inventario para todos los modelos y sus respectivas tallas.

**Tabla 48.** Extracto dinero en inventario

Modelo		MO11						DUENDE 2					
Talla		37	38	39	40	41	42	37	38	39	40	41	42
Julio	1	\$265,20	\$469,20	\$958,80	\$428,40	\$346,80	\$387,60	\$237,00	\$276,50	\$375,25	\$158,00	\$513,50	\$395,00
	2	\$183,60	\$346,80	\$1.224,00	\$285,60	\$183,60	\$306,00	\$217,25	\$434,50	\$730,75	\$434,50	\$493,75	\$395,00
	3	\$163,20	\$387,60	\$1.305,60	\$326,40	\$163,20	\$285,60	\$197,50	\$414,75	\$888,75	\$711,00	\$454,25	\$375,25
	4	\$122,40	\$244,80	\$1.122,00	\$306,00	\$183,60	\$244,80	\$177,75	\$296,25	\$790,00	\$829,50	\$414,75	\$355,50
Agosto	5	\$102,00	\$285,60	\$999,60	\$346,80	\$265,20	\$224,40	\$177,75	\$237,00	\$750,50	\$790,00	\$395,00	\$355,50
	6	\$81,60	\$265,20	\$877,20	\$183,60	\$387,60	\$204,00	\$158,00	\$138,25	\$671,50	\$711,00	\$375,25	\$335,75
	7	\$81,60	\$346,80	\$816,00	\$224,40	\$469,20	\$204,00	\$138,25	\$177,75	\$612,25	\$651,75	\$355,50	\$316,00
	8	\$81,60	\$754,80	\$775,20	\$285,60	\$448,80	\$204,00	\$138,25	\$118,50	\$572,75	\$612,25	\$335,75	\$316,00
	9	\$61,20	\$1.040,40	\$673,20	\$204,00	\$408,00	\$183,60	\$118,50	\$276,50	\$533,25	\$553,00	\$316,00	\$296,25

De la Tabla 48 se construye la Figura 45 en la cual se puede observar como la tendencia va a la baja desde la semana 1 hasta la última semana de estudio, dicha tendencia indica que el inventario se mantiene en niveles óptimos los cuales satisfacen la demanda del cliente.

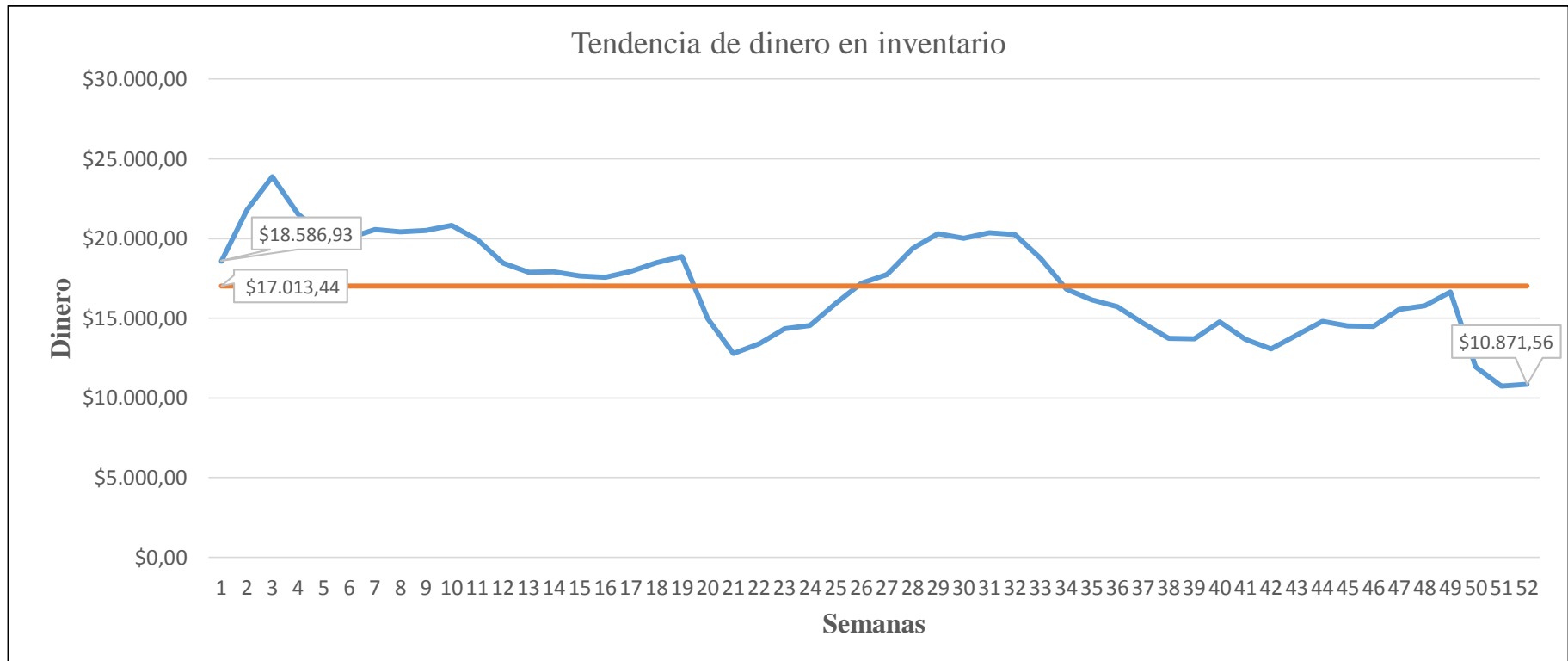


Figura 45. Tendencia del dinero en inventario

## Dinero ahorrado

Tras implementar la metodología TAC, en la Tabla 49. se puede apreciar que en promedio la empresa con el nuevo sistema invierte \$17.013,44, para saber el ahorro el cual tiene la empresa se resta el valor de la semana 1 menos el valor de la semana 52, mostrando una cantidad significativa de dinero ahorrado.

**Tabla 49.** Dinero en inventario

<b>Dinero en inventario</b>	
<b>Semana 1</b>	\$ 18.503,13
<b>Semana 52</b>	\$ 10.871,56
<b>Diferencia</b>	\$ 7.715,36
<b>Promedio</b>	\$17.013,44

Mediante la ecuación 32 se calcula la eficiencia que representa este ahorro de dinero.

$$Eficiencia = \frac{Dinero\ en\ inventario\ semana\ 52}{Dinero\ en\ inventario\ semana\ 1} \quad (31)$$
$$Eficiencia = \frac{\$ 10.871,56}{\$ 18.503,13} * 100\% = 58,49\%$$

Con un 58,49% de eficiencia se indica, que el ahorro ha sido cercano a la mitad del dinero inventado en la primera semana, para la empresa indica la optimización de su sistema de inventario. El cual permite un ahorro significativo.

## Discusión

En este proyecto se aplicó lo expuesto por el Dr. Goldratt, es decir la teoría de las restricciones en la cual se establecieron 3 medidas: primero identificar la demanda de los productos ya que esta permite dar un ritmo de producción al cual se debe regir la empresa, la segunda medida tiene que ver en cómo la empresa manejará su inventario para que éste no represente a la empresa un elemento generador de gastos excesivos y finalmente aquel elemento de comunicación que brinde un mayor soporte a la administración del inventario. La unión de estas tres medidas se conoce como el modelo Tambor Cuerda Amortiguador o simplemente TAC.

El inicio del modelo es decir el tambor se rige en conocer el ritmo con el cual trabaja toda la empresa, dicho ritmo es la demanda que tienen los distintos productos, en forma teórica se expone que el tambor es el cuello de botella, pero esto no es totalmente cierto pues, en forma práctica el tambor ayudó a la nivelación del flujo de producción y no a la capacidad

El amortiguador busca el equilibrio entre la demanda y la producción es decir reducen los niveles en inventario. Originalmente la empresa presentaba un manejo inadecuado del inventario lo cual le acarrea problemas monetarios, pero al dar un mejor control de su bodega estos problemas se logran solucionar pues dentro de la metodología TAC se implementa un sistema de colores para cada zona del inventario. Esta división por colores del inventario permite a la empresa generar un sistema preventivo que guíe el proceso de entrega de producto terminado a sus clientes. Los resultados que se lograron tras la implementación de este sistema preventivo son positivos pues el reducir el sobre inventario existente, la posibilidad de ventas perdidas llevando el inventario a las zonas de seguridad el ahorro de dinero es inminente.

La cuerda, el mecanismo que controla que los niveles del inventario no sobrepasen lo expuesto por el amortiguador es el sistema de pedidos especiales con el cual la empresa controla los niveles críticos, garantizando que la demanda de sus clientes se cumpla

Al comparar los resultados logrados en este trabajo con otros proyectos en los cual se aplicó la teoría de restricciones se puede asegurar fielmente que la metodología TAC y la teoría de restricciones en si brinda soluciones favorables para cualquier empresa.



## **CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 conclusiones**

- En materia de producción Vulcano Shoes los procesos con los cuales se rige la empresa demuestran calidad en sus productos además de una correlación con la mayoría de sistemas, en el estudio de tiempos se evidenció que el cuello de botella se presenta en la zona de plantado calculando una capacidad instalada de 624 pares, cifra que cambia acorde los meses del año.
- Mediante la recopilación de información del histórico de ventas de los últimos 3 años se clasificó los productos mediante la técnica de Pareto, evidenciándose que, de 32 tipos de calzado fabricados, 9 representan el 78,79% de los ingresos totales, es decir aquellos que generan el mayor rédito a la empresa, prestando mayor atención es en los modelos tipo A.
- Tras comparar mediante puntuaciones ponderadas los 4 métodos para realizar pronósticos, se evidenció que el método de regresión lineal es el más adecuado pues permite realizar pronósticos a productos que poseen estacionalidad con un mediano plazo de planeación.
- Tras la aplicación de la metodología TAC se logró obtener un mejor manejo del inventario pues en la parte fundamental que es el desarrollo y gerencia de los amortiguadores, se estabilizan los niveles del inventario, reduciendo al 0% el nivel en ventas perdidas, en un 16,66% el sobre inventario y aumentando el nivel de seguridad a un 20,38% a nivel global.
- Al comparar los porcentajes de cambio en la última semana de estudio con los de la semana inicial se evidencia que el nivel crítico se reduce en un 100%, en un 10% el nivel de prevención y aumentando en un 137, 50% el nivel de seguridad, lo cual se traduce para la empresa como ahorro significativo en dinero de inventario

## 4.2 Recomendaciones

- Buscar soluciones o alternativas para mejorar el cuello de botella lo cual permita no estancarse y evitar que la demanda supere la capacidad instalada de la empresa
- Como se dijo anteriormente existen meses en los cuales la demanda supera la capacidad instalada por lo cual en los picos de alta demanda se deberá dar prioridad a los modelos que representen mayores ventas es decir a los modelos tipo A, los modelos tipo B y C es decir aquellos modelos que no representan ganancias significativas, pueden ser producidos en aquellos meses en que la demanda reduce, pues el dinero que representa la venta de estos, sirve para la creación de nuevos modelos.
- Evaluar periódicamente la demanda y realizar la clasificación ABC de todos los productos para poder crear estrategias de liquidación de productos que eviten acumular producto terminado pasado de moda.
- Controlar periódicamente el sistema de amortiguadores y el sistema de pedidos especiales, mediante estudios periódicos de la demanda y la capacitación continua de persona encargada de aquellos sistemas, pues son la columna vertebral en la administración del inventario.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E. Gutiérrez, P. Vladimirovna, M. Hurtado, and C. González, “Aplicación de un modelo de inventario con revisión periódica para la fabricación de transformadores de distribución,” *Ing. Investig. y Tecnol.*, vol. 14, no. 4, pp. 537–551, 2015.
- [2] W. Marín, E. Valentina, and G. Gutiérrez, “Desarrollo E Implementación De Un Modelo De Teoría De Restricciones Para Sincronizar Las Operaciones En La Cadena De Suministro Development and Implementation of a Theory of Constraints Model To Synchronize the Supply Chain Operations With Production Cons,” *Rev. EIA*, vol. 10, no. 19, pp. 67–77, 2013.
- [3] A. Paguay, “Elaboración de un plan de control de la producción para incrementar la eficiencia y productividad en la empresa textil ‘SUMATEX’ ubicada en la ciudad de Riobamba,” Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018.
- [4] V. Ortiz, “Procedimiento para la programación y control de la producción de una pequeña empresa de calzado Scheduling and production control procedure of a small shoe business,” *Sci. Tech.*, vol. 19, no. 4, pp. 377–384, 2014.
- [5] J. Costas, B. Ponte, D. de la Fuente, R. Pino, and J. Puche, “Applying Goldratt’s Theory of Constraints to reduce the Bullwhip Effect through agent-based modeling,” *Expert Systems with Applications*, vol. 42, no. 4, pp. 2049–2060, Mar-2015.
- [6] V. Aguilar, P. Garrido, and M. del M. González, “Applying the theory of constraints to the logistics service of medical records of a hospital,” *Eur. Res. Manag. Bus. Econ.*, vol. 22, no. 3, pp. 139–146, 2016.
- [7] F. Naranjo and R. Galleguillos, “Método de manufactura sincronizada para la planta de fundición CEDAL S.A Latacunga,” Universidad Tecnica de Ambato, 2017.
- [8] J. Chaw and A. Nicole, “Diseño de un Sistema de Control de Producción Pull basado en condiciones de Proceso de una Empresa PYME Ecuatoriana,” Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2017.
- [9] K. Álvarez and J. Reyes, “Modelo TAC (Tambor – Amortiguador – Cuerda) para el abastecimiento de materia prima en la empresa calzado GAMO’S,”

- Universidad Técnica de Ambato, 2014.
- [10] T. Valenzuela, “Estandarización de las actividades para la línea de chupetes esféricos rellenos, con la metodología de tiempos y movimientos,” Escuela Politécnica Nacional, 2016.
- [11] A. Casana, “Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la Productividad en el proceso de anchoveta en salazón del área de curado de la empresa Casamar S.A.C,” Univesidad César Vallejo, 2018.
- [12] Nathaly Hernandez, “Propuesta de mejora de la producción para la empresa tubos y postes CHICLAYO S.R.L. aplicando la teoría de restricciones,” Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2015.
- [13] B. Niebel and A. Freivalds, *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*, Duodécima. México: McGRAW HILL, 2009.
- [14] R. García Criollo, *Estudio del Trabajo: Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo*, Second. MEXICO, 2005.
- [15] R. Jacobs and R. Chase, *Administración de operaciones. producción y cadena de suministros*, Decimoterc. Mexico: McGRAW HILL, 2011.
- [16] R. & M. Krajewski, *Administración de Operaciones*, Octava. MEXICO, 2008.
- [17] L. Gómez and J. Jiménez, “Gestión de Proyectos con Teoría de Restricciones aplicada al área técnica de la Compañía Construcciones y Servicios S. A.,” *Rev. Soluciones Postgrado EIA*, vol. 4, pp. 195–208, 2014.
- [18] José Coque, “Optimización de recursos mediante la aplicación de teoría de restricciones (TOC) en empresa metalmecánica de envases de hojalata,” Universidad de Guayaquil, 2018.
- [19] B. Flores, C. Enrique, B. Flores, and C. Enrique, “Modelo para controlar la incertidumbre en logística inversa,” *Visión Gerenc.*, vol. 2, no. 1317–8822, pp. 189–210, 2014.
- [20] F. Delgado, “Aplicación de Teoría de las Restricciones en una empresa de embutidos,” Universidad Central del Ecuador, 2017.
- [21] G. Xu, J. Feng, F. Chen, H. Wang, and Z. Wang, “Simulation-based optimization of control policy on multi-echelon inventory system for fresh agricultural products,” *Int. J. Agric. Biol. Eng.*, vol. 12, no. 2, pp. 184–194, 2019.
- [22] J. Chang, H. Lu, and J. Shi, “Stockout risk of production-inventory systems with

compound Poisson demands,” *Omega (United Kingdom)*, vol. 83, pp. 181–198, 2019.

- [23] J. Izar, C. Ynzunza, and O. Guarneros, “Variabilidad de la demanda del tiempo de entrega, existencias de seguridad y costo del inventario,” *Contaduria y Adm.*, vol. 61, no. 3, pp. 499–513, 2016.

## ANEXOS

### Anexo A. Cálculo del tiempo normal de las distintas áreas

#### A1. Descripción de Actividades del área de corte

Descripción de Actividades			
MATERIAL	Cuero, Forros		
OPERACIÓN	Corte		
MAQUINARIA	Troqueladora		
A	Selección e inspección de materia prima	F	Corte de piezas de cuero por troqueladora
B	Transporte hacia mesa de corte	G	Corte de forros por troqueladora
C	Corte manual de piezas de cuero	H	Conteo e inspección de piezas cortadas
D	Corte manual de forros	I	Colocar en conjunto
E	Transporte hacia troqueladora	J	Transporte hacia máquina destalladora

#### A2. Cálculo del tiempo normal del área de corte

Estudio de Tiempos Propuesto															
ÁREA		Corte										Hora de comienzo		9:00	
OPERACIÓN		Cortado de piezas de cuero y forros										Hora de Término		12:00	
MÁQUINA		Troqueladora										Observado Por		Cristian Suárez	
NOTA		corte del cuero manualmente y con troqueladora										Operarios		2	
N.º	ELEMENTO	CICLOS(s)										Resumen			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	Prom	Id	TN
1	A	42,6 6	40,4 3	37,4 2	41,3 9	40,2 9	43,7 2	42,9 8	44,1 2	42,4 9	44,6 3	420,1 3	42,01 3	1	42,013
2	B	6,87 6	6,98 3	6,64 2	6,73 9	6,78 7	7,28 2	7,16 8	6,85 2	6,94 9	6,97 3	69,20 5	6,92 5	1	6,92
3	C	88,8 8	88,3 5	89,6 2	89,6 5	90,6 6	90,5 5	89,4 5	89,2 2	89,3 4	91,2 5	896,9 7	89,69 7	1	89,697
4	D	34,9 2	36,3 2	35,5 2	35,6 7	35,2 1	35,8 8	35,7 1	36,1 2	35,6 4	35,3 9	356,3 6	35,63 6	1	35,636
5	E	34,3 6	33,7 6	33,9 8	32,7 8	36,8 7	33,0 1	33,7 6	33,8 7	31,8 7	34,4 8	338,6 8	33,86 8	1	33,868
6	F	22,5 6	20,8 7	19,7 4	20,0 8	21,9 8	21,6 2	21,4 5	22,5 2	21,7 6	20,8 7	213,4 5	21,34 5	1	21,345
7	G	20,5 8	19,3 4	19,4 5	19,6 2	19,2 2	18,7 2	18,8 2	19,2 7	18,3 4	19,0 3	192,3 7	19,23 7	1	19,237
8	H	32,7 6	34,1 2	32,3 2	32,6 5	31,6 7	32,7 9	32,0 8	32,9 3	31,9 3	32,6 8	325,8 8	32,58 8	1	32,588
9	I	4,43 2	3,86 6	4,12 4	4,32 7	4,06 1	4,07 8	4 5	3,42 2	4,43 1	4,21 1	40,92 6	4,092 6	1	4,092
10	J	28,0 2	28,5 6	29,3 4	27,6 7	28,7 1	28,4 8	28,4 5	29,5 2	28,1 1	28,4 1	285,2 6	28,52 6	1	28,526
													313,9		
													TN (s)		22
													TN (min)		5,232

Nota: T= Total, Prom = Promedio, Id: Índice de desempeño, TN = Tiempo Normal

### A3. Descripción de Actividades del área de destallado

Descripción de Actividades			
MATERIAL	Cuero		
OPERACIÓN	Destallado y Pintado		
MAQUINARIA	Destalladora		
A	Destallado de las piezas	D	Inspección de piezas
B	Pintar bordes destallados	E	Colocación en gaveta
C	Inspección de piezas	F	Transporte hacia zona de aparado

### A4. Cálculo del tiempo normal del área de destallado

Estudio de Tiempos Propuesto																
ÁREA		Destallado										Hora de comienzo		9:00		
OPERACIÓN		destallado y pintado de piezas de cuero										Hora de Término		12:00		
MÁQUINA		Destalladora										Observado Por		Cristian Suárez		
NOTA												Operarios		I		
Nº	ELEMENTO	CICLOS(s)										Resumen				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	Prom	Id	TN	
1	A	144,53	147,7	144,1	143,6	147,8	145,3	144	144,3	144,7	143,6	1.449,60	144,96	I	144,960	
2	B	27,24	25,77	25,82	21,45	26,86	23,19	24,47	25,46	25,63	25,51	251,40	25,14	I	25,14	
3	C	157,03	163,2	160,2	160,4	160,3	155	167,7	159,5	158,2	160,2	1.601,67	160,17	I	160,167	
4	D	27,43	24,64	28,64	26,89	27,54	26,6	26,83	27,34	27,71	27,93	271,55	27,155	I	27,155	
5	E	5,87	5,32	5,65	5,43	5,72	5,53	5,86	5,56	5,23	5,87	56,04	5,604	I	5,604	
6	F	5,24	5,28	5,43	5,67	5,07	5,14	5,32	5,15	5,75	5,33	53,38	5,338	I	5,338	
													TN (s)		368,364	
													TN (min)		6,139	

Nota: T= Total, Prom = Promedio, Id: Índice de desempeño, TN = Tiempo Normal

### A5. Descripción de Actividades del área de aparado

Descripción de Actividades			
MATERIAL	Cuero		
OPERACIÓN	Cocido, Pegado, Perforado		
MAQUINARIA	Máquina de costura, Perforadora		
A	Colocación de forros	E	Colocación de ojales
B	Unión de forros y piezas de cuero	F	Inspección de costuras y ojales
C	Costura de piezas y detalles	G	Colocar de gaveta
D	Perforación para ojales	H	Transporte hacia área de armado

### A6. Cálculo del tiempo normal del área de aparado

Estudio de Tiempos Propuesto															
ÁREA	Aparado										Hora de comienzo	9:00			
OPERACIÓN	Cocido, Pegado, Perforado										Hora de Término	12:00			
MÁQUINA	Máquina de Costura, Perforadora										Observado Por	Cristian Suárez			
NOTA											Operarios	3			
N°	ELEMENTO	CICLOS(s)										Resumen			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	Prom	Id	TN
1	A	327,14	333,8	324,5	328,1	328,4	322,6	329,1	329,7	328,8	328,1	3.280,15	328,02	1	328,015
2	B	16,33	14,21	15,23	14,01	13,56	13,87	13,63	14,12	14,93	14,2	144,09	14,409	1	14,409
3	C	149,35	148,8	145,5	148,9	148	148,1	148,8	148	147,3	148,4	1.481,08	148,11	1	148,108
4	D	27,68	27,87	27,79	28,34	28,23	26,12	26,34	25,67	27,52	27,73	273,29	27,329	1	27,329
5	E	140,72	141,4	142,8	143,5	142,5	140,4	140,2	140,5	142,1	141,3	1.415,50	141,55	1	141,55
6	F	28,44	25,76	28,54	25,68	26,34	28,13	27,45	27,12	28,43	25,75	271,64	27,164	1	27,164
7	G	1,56	1,32	1,1	1,53	1,75	1,39	1,23	1,46	1,2	1,41	13,95	1,395	1	1,395
8	H	15,32	16,2	13,43	14,32	14,35	14,12	15,56	15,21	14,64	15,12	148,27	14,827	1	14,827
													TN (s)	702,797	
													TN (min)	11,713	

Nota: T= Total, Prom = Promedio, Id: Índice de desempeño, TN = Tiempo Normal

### A7. Descripción de Actividades del área de armado

Descripción de Actividades			
MATERIAL	Cuero		
OPERACIÓN	Armado de ensamblés		
MAQUINARIA	Troqueladora, Conformadora, Reactivadora		
A	Troquelado de plantillas	F	Reactivación de capellada
B	Colocación de plantilla en horma	G	Armar lados
C	Retirar exceso de material	H	Colocar en estantería
D	Colocar capellada en la horma	I	Inspección de conjunto
E	Colocar conjunto en máquina conformadora	J	Transporte hacia área de plantado

### A8. Cálculo del tiempo normal del área de armado

Estudio de Tiempos Propuesto															
ÁREA	Armado										Hora de comienzo	9:00			
OPERACIÓN	Armado de ensamblés										Hora de Término	12:00			
MÁQUINA	Troqueladora, Conformadora, Reactivadora										Observado Por	Cristian Suárez			
NOTA											Operarios	3			
N°	ELEMENTO	CICLOS(s)										Resumen			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	Prom	Id	TN
1	A	9,86	10,12	9,43	10,24	10,35	11,15	10,56	10,79	10,52	10,23	103,25	10,325	1	10,325
2	B	6,23	6,12	6,32	5,83	5,74	6,76	5,46	5,23	6,53	6,38	60,60	6,06	1	6,06
3	C	19,45	17,87	19,32	18,32	20,34	19,67	19,92	18,87	19,43	18,89	192,08	19,208	1	19,208
4	D	16,64	16,86	16,58	17,19	17,3	16,28	16,63	16,4	16,42	16,32	166,62	16,662	1	16,662
5	E	92,31	91,34	91,62	92,75	93,46	92,12	91,58	92,29	91,13	91,72	920,32	92,032	1	92,032
6	F	4,01	3,87	4,3	3,96	4,12	3,82	4,24	4,29	3,91	3,89	40,41	4,041	1	4,041
7	G	31,34	31,53	31,65	31,72	31,69	31,75	31,84	31,78	32,12	31,57	316,99	31,699	1	31,699
8	H	98,8	98,65	97,15	98,46	97,22	98,49	98,01	97,48	97,89	98,27	980,42	98,042	1	98,042
9	I	4,32	4,86	5,2	4,98	4,57	5,23	4,29	4,72	4,79	4,81	47,77	4,777	1	4,777
10	J	10,42	10,78	10,68	9,97	10,46	10,27	10,34	10,23	10,22	9,93	103,30	10,33	1	10,33
													TN (s)	293,176	
													TN (min)	4,886	

Nota: T= Total, Prom = Promedio, Id: Índice de desempeño, TN = Tiempo Normal



### A9. Descripción de Actividades del área de plantado

Descripción de Actividades			
MATERIAL	Plantas, cuero		
OPERACIÓN	Preparado de plantas y ensambles, prearmado y montado		
MAQUINARIA	Pulidora, Reactivadora, Prensadora		
A	Pulido de laterales	F	Reactivación de pegamento de planta y capellana
B	Colocar solución limpiadora en plantas	G	Unión manual del ensamble mediante golpes de martillo
C	Colocar solución activadora	H	Prensar conjunto
D	Colocación de pegamento en plantas y capellana	I	Inspección del conjunto
E	Transporte hacia prensadora	J	Transporte hacia zona de terminado

### A10. Cálculo del tiempo normal del área de plantado

Estudio de Tiempos Propuesto															
ÁREA		Plantado										Hora de comienzo		9:00	
OPERACIÓN		Preparado de plantas y ensambles, prearmado y montado										Hora de Término		12:00	
MÁQUINA		Pulidora, Reactivadora, Prensadora										Observado Por		Cristian Suárez	
NOTA												Operarios		1	
N°	ELEMENTO	CICLOS(s)										Resumen			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	Prom	Id	TN
1	A	23,71	22,79	24,65	25,31	24,24	23,83	23,67	22,76	24,21	22,66	237,83	23,783	1	23,783
2	B	676,375	706,709	671,2	687,216	645,215	656,698	677,9	682,4	676	622,8	6.702,47	670,25	1	670,2467
	C	624,505	591,61	627,9	613,514	655,515	643,82	620	618,3	621,8	677,5	6.294,43	629,44	1	629,4433
3	D	38,62	39,77	40,13	37,86	36,45	38,02	38,33	38,67	38,12	39,52	385,49	38,549	1	38,549
4	E	12,53	12,63	11,98	11,87	11,95	11,78	12,14	12,68	12,55	12,32	122,43	12,243	1	12,243
5	F	32,12	31,87	32,53	31,78	31,88	31,53	32,19	31,98	32,62	32,37	320,87	32,087	1	32,087
6	G	125,65	123,56	124,6	125,9	124,76	124,79	124,5	123,1	123,9	125,8	1.246,58	124,66	1	124,658
7	H	33,45	33,78	33,32	33,21	33,67	33,12	33,56	33,45	33,22	33,87	334,65	33,465	1	33,465
	I	11,65	11,44	11,82	11,37	11,76	11,23	11,19	11,4	11,32	11,29	114,47	11,447	1	11,447
8	J	10,88	10,42	11,04	11,02	11,15	10,78	10,43	10,87	10,56	10,66	107,81	10,781	1	10,781
													TN (s)	1586,70	
													TN (min)	26,445	

Nota: T= Total, Prom = Promedio, Id: Índice de desempeño, TN = Tiempo Normal

### A11. Descripción de Actividades del área de terminado

Descripción de Actividades			
MATERIAL	Cuero, Forros		
OPERACIÓN	Corte		
MAQUINARIA	Troqueladora		
A	Inspección de fallas	D	Colocar calzado en caja
B	Corrección de imperfecciones, abrillantamiento del conjunto, colocación de cordón, plantillas y etiquetas	E	Transporte hacia bodega de producto terminado
C	Inspección final del producto		

### A12. Cálculo del tiempo normal del área de terminado

Estudio de Tiempos Propuesto															
ÁREA		Terminado										Hora de comienzo		9:00	
OPERACIÓN		Revisión y acoplación de elementos finales										Hora de Término		12:00	
MÁQUINA		-										Observado Por		Cristian Suárez	
NOTA		Uso de abrillantador, etiquetas, cordones, plantillas, cajas										Operarios		1	
N°	ELEMENTO	CICLOS(s)										Resumen			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	Prom	Id	TN
1	A	33,56	33,43	32,43	32,78	33,54	33,12	33,45	33,48	32,81	32,93	331,53	33,153	1	33,153
2	B	127,23	126,43	125,7	128,11	126,24	126,22	126,4	125,1	125,8	127,2	1.264,36	126,44	1	126,436
3	C	22,66	22,91	23,78	23,44	22,98	22,6	22,53	22,78	23	22,88	229,56	22,956	1	22,956
4	D	21,47	22,22	21,86	21,66	21,73	22,19	21,23	21,55	21,89	21,82	217,62	21,762	1	21,762
5	E	8,02	8,32	8,81	8,25	8,12	8,2	8,34	8,39	8,18	8,09	82,72	8,272	1	8,272
													TN (s)	212,579	
													TN (min)	3,543	

Nota: T= Total, Prom = Promedio, Id: Índice de desempeño, TN = Tiempo Normal

### Anexo B. Cálculo de tiempos estándar

#### B1. Cálculo del tiempo estándar en área de corte

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR			
ÁREA		Corte	
OPERACIÓN		Corte de cuero y forros	Genero   M
		Valor	
Suplementos Constantes	A	Suplementos por necesidades personales	5
	B	Suplemento base por fatiga	4
Suplementos Variables	A	Trabajo de pie	2
	B	Postura anormal (inclinado)	2
Suma de suplementos			13
NOTA: TN= Tiempo Normal		TN (min)	5,232
TS= Tiempo Estándar		TS (min)	6,014

#### B2. Cálculo del tiempo estándar en área de destallado

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR			
ÁREA		Destallado	
OPERACIÓN		destallado del cuero y pintado	Genero   M
		Valor	
Suplementos Constantes	A	Suplementos por necesidades personales	5
	B	suplemento base por fatiga	4
Suplementos Variables	A	Postura anormal (inclinado)	2
	B	Trabajo preciso y fatigoso	2
	C	Tensión mental	1
Suma de suplementos			14
NOTA: TN= Tiempo Normal		TN (min)	6,139
TS= Tiempo Estándar		TS (min)	7,138

**B3. Cálculo del tiempo estándar en área de armado**

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR			
ÁREA		Armado	
OPERACIÓN		Cocido, Pegado, Perforado	Genero   M
Suplementos Constantes			Valor
	A	Suplementos por necesidades personales	5
	B	suplemento base por fatiga	4
Suplementos Variables	A	Postura anormal (inclinado)	2
	B	Trabajo preciso y fatigoso	2
	C	Tensión mental	1
Suma de suplementos			14
NOTA: TN= Tiempo Normal		TN (min)	11,713
TS= Tiempo Estándar		TS (min)	13,620

**B4. Cálculo del tiempo estándar en área de armado**

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR			
ÁREA		Armado	
OPERACIÓN		Armado de ensamblajes	Genero   M
Suplementos Constantes			Valor
	A	Suplementos por necesidades personales	5
	B	suplemento base por fatiga	4
Suplementos Variables	A	Trabajo de pie	2
	B	Postura anormal (inclinado)	2
	C	Ruido	1
	D	Uso de fuerza	3
	E	Tensión Mental	1
Suma de suplementos			18
NOTA: TN= Tiempo Normal		TN (min)	4,886
TS= Tiempo Estándar		TS (min)	5,959

**B5. Cálculo del tiempo estándar en área de plantado**

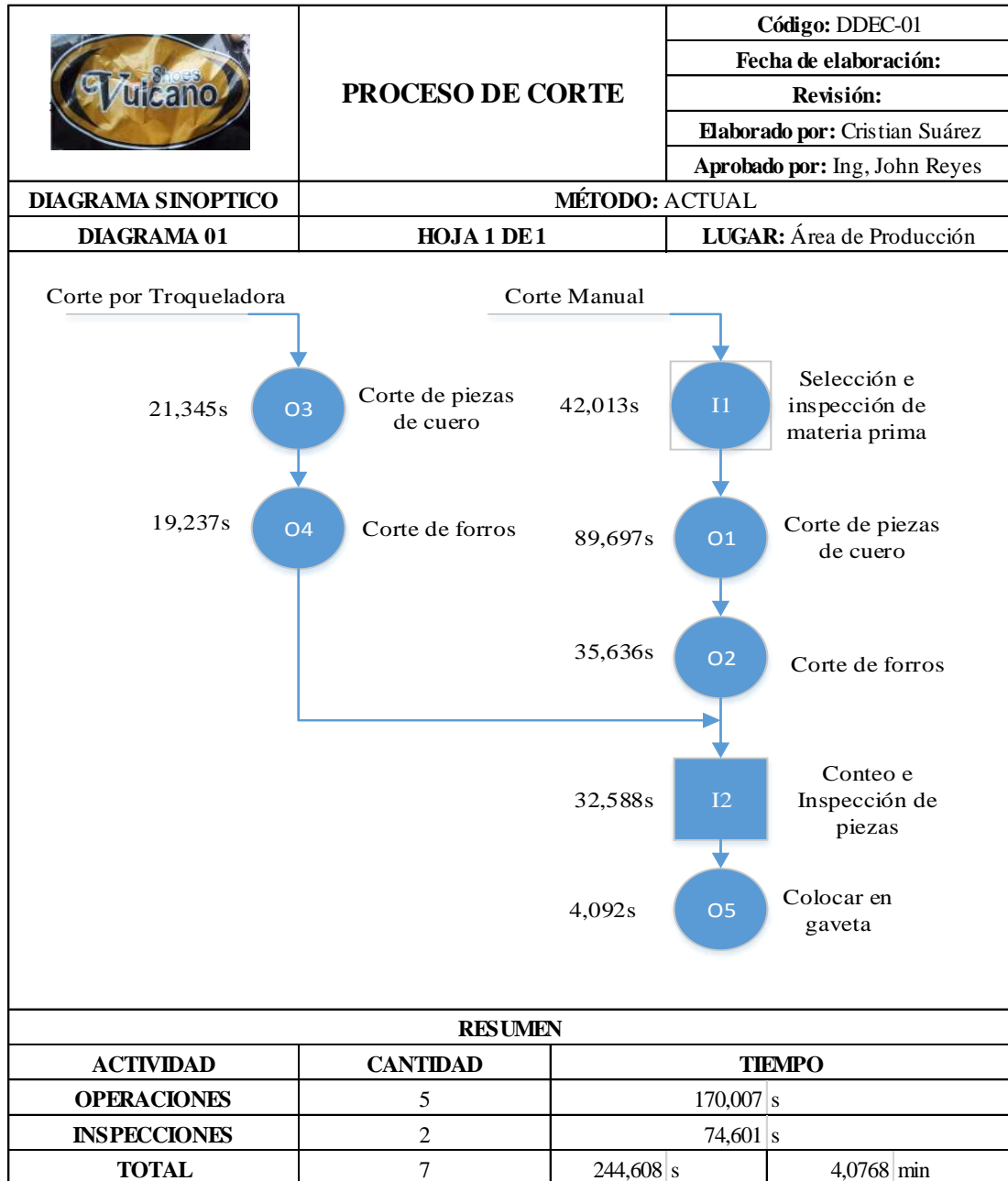
CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR			
ÁREA		Plantado	
OPERACIÓN		Preparado de plantas, prearmado y montado	Genero   M
Suplementos Constantes			Valor
	A	Suplementos por necesidades personales	5
	B	suplemento base por fatiga	4
Suplementos Variables	A	concentración intensa	1
	B	Postura anormal (inclinado)	2
	C	Ruido	1
	D	Tensión Mental	1
Suma de suplementos			14
NOTA: TN= Tiempo Normal		TN (min)	26,445
TS= Tiempo Estándar		TS (min)	30,750

**B6. Cálculo del tiempo estándar en área de terminado**

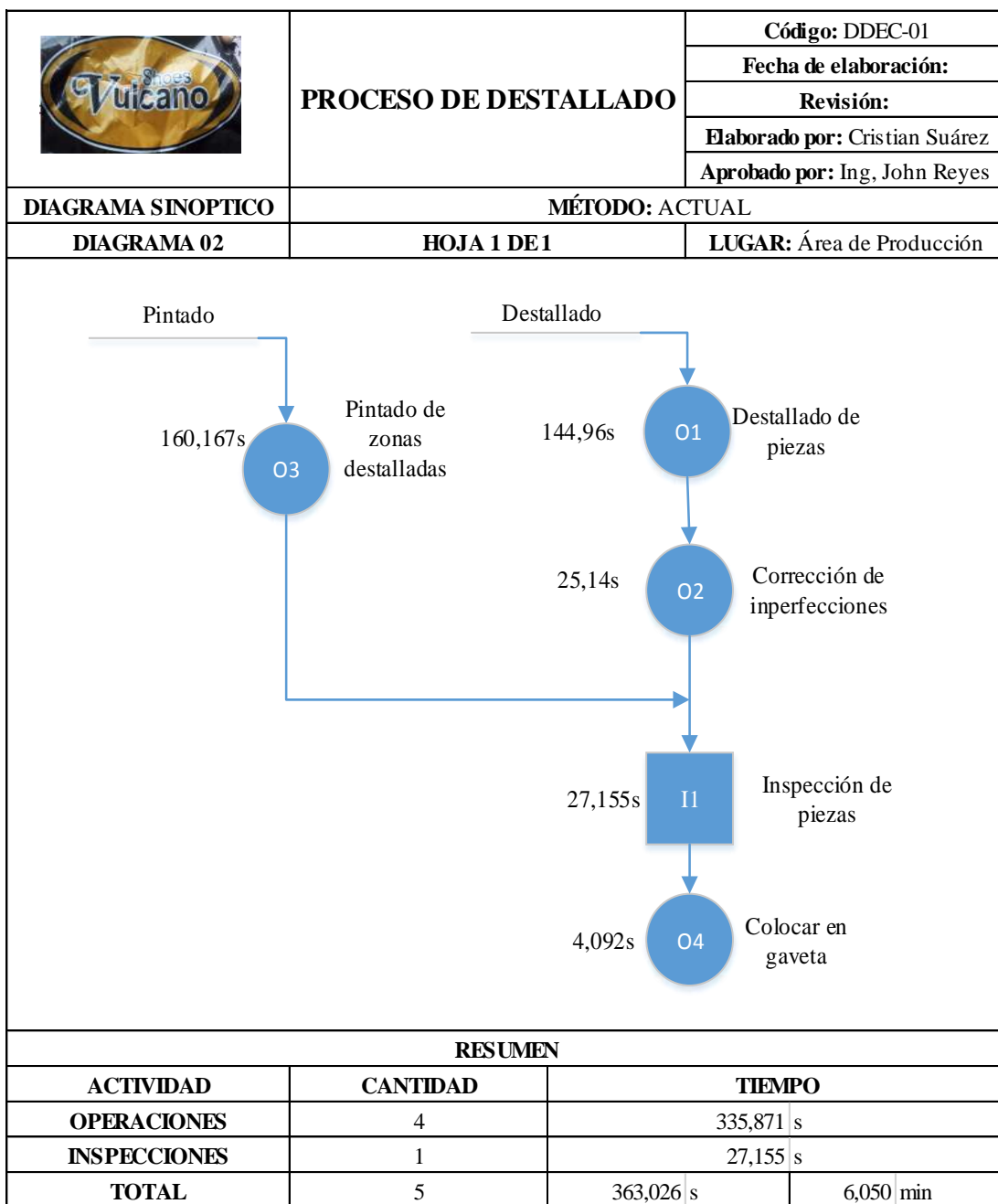
CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR			
ÁREA		Terminado	
OPERACIÓN		Revisión y acoplación de elementos finales	Genero
			F
Suplementos Constantes			Valor
	A	Suplementos por necesidades personales	7
	B	suplemento base por fatiga	4
Suplementos Variables	A	Postura anormal (inclinado)	3
	B	Ruido	1
	C	Tensión Mental	1
Suma de suplementos			16
NOTA: TN= Tiempo Normal		TN (min)	3,543
TS= Tiempo Estándar		TS (min)	4,218

## Anexo C diagramas de ensamble

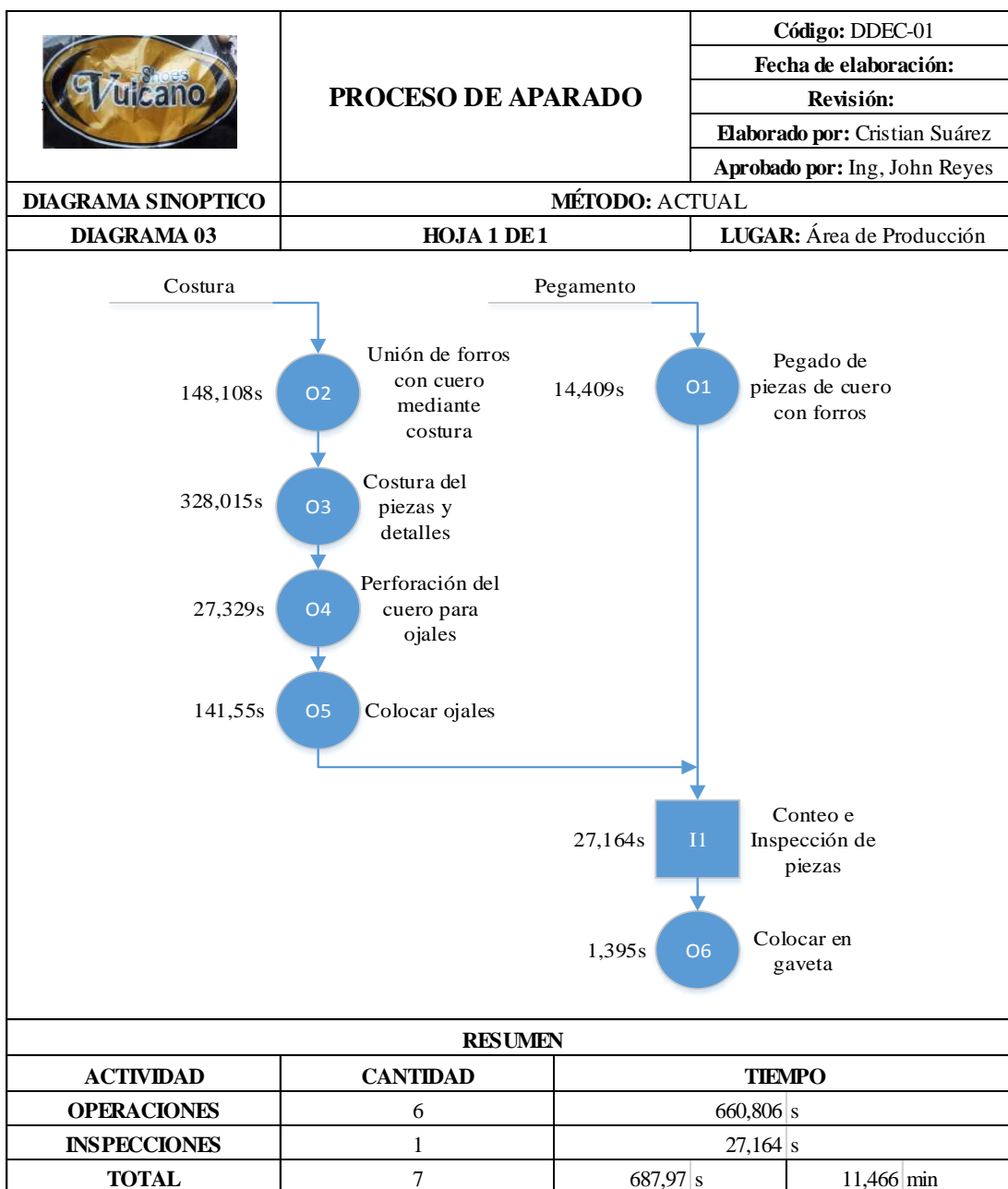
C1. Diagrama de ensamble del área de corte



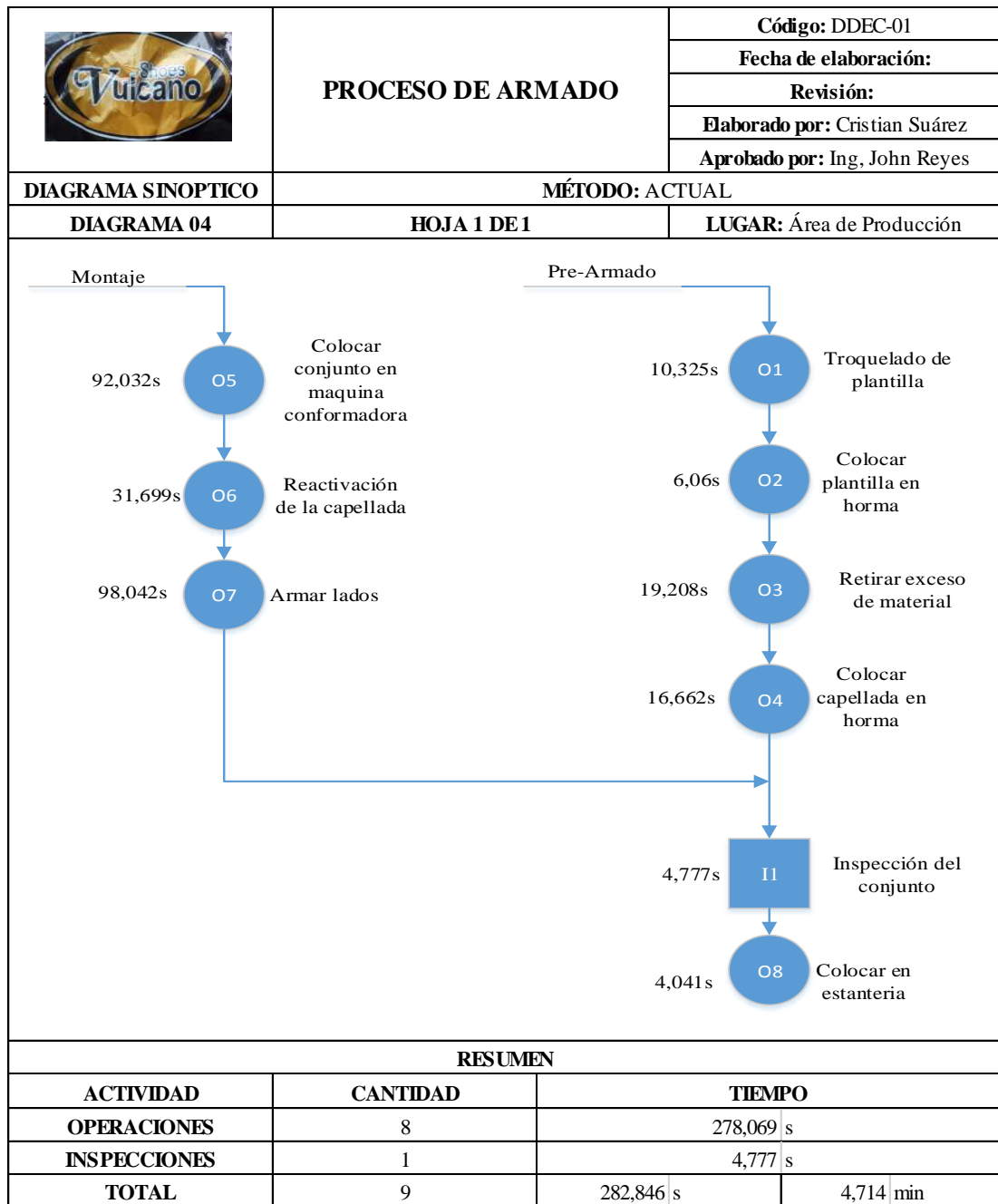
C2. Diagrama de ensamble del área de destallado



C3. Diagrama de ensamble del área de aparado

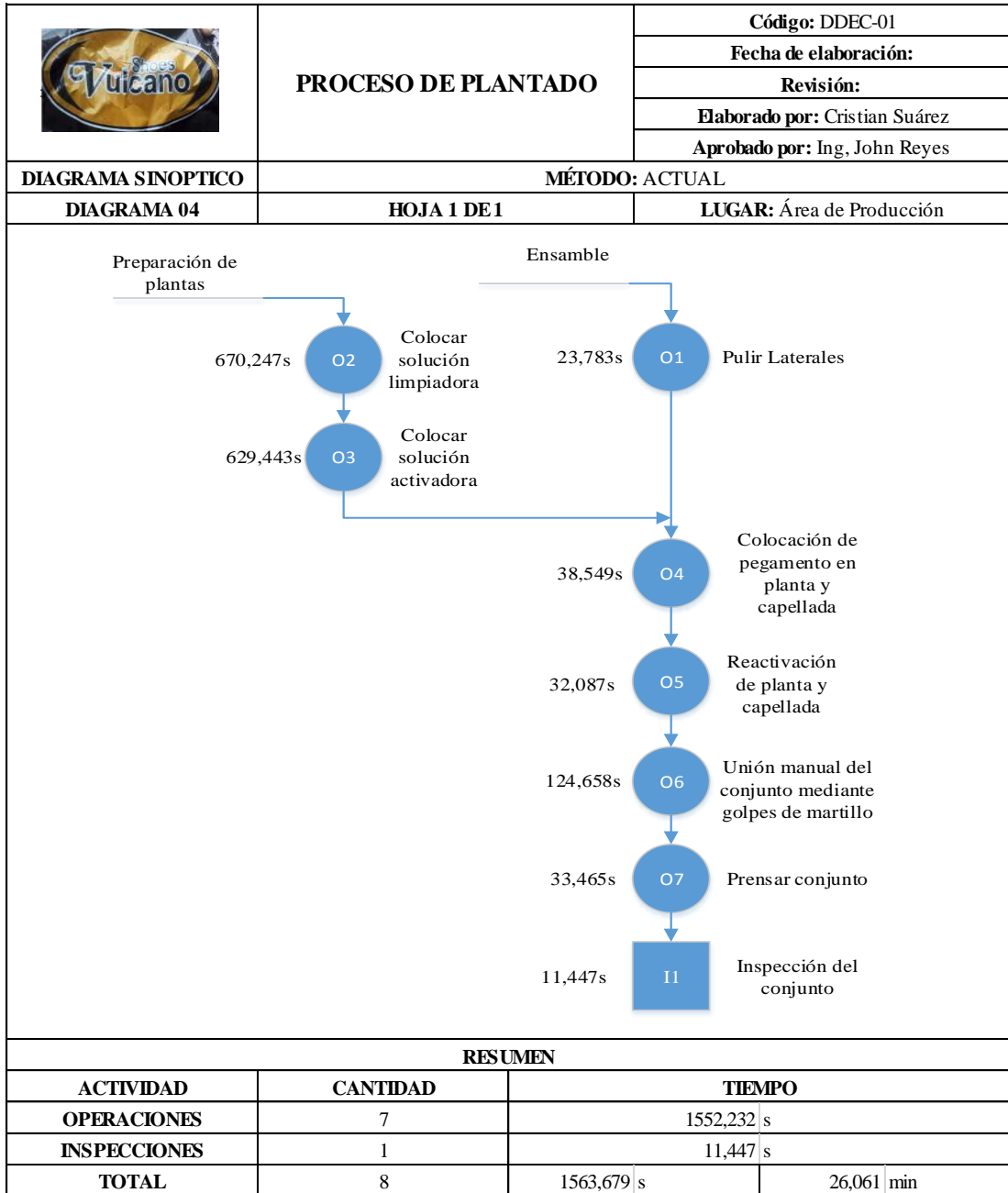


C4. Diagrama de ensamble del área de armado


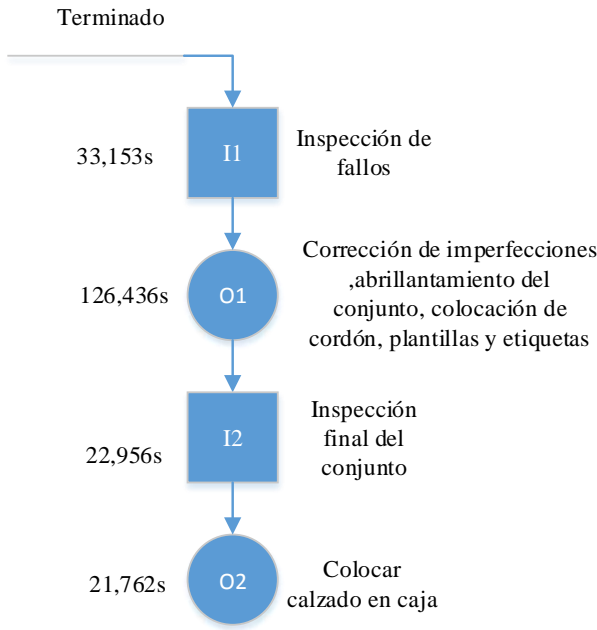




C5. Diagrama de ensamble del área de plantado



C1. Diagrama de ensamble del área de terminado

	<b>PROCESO DE TERMINADO</b>		<b>Código:</b> DDEC-01	
			<b>Fecha de elaboración:</b>	
			<b>Revisión:</b>	
			<b>Elaborado por:</b> Cristian Suárez	
<b>Aprobado por:</b> Ing. John Reyes				
<b>DIAGRAMA SINOPTICO</b>	<b>MÉTODO:</b> ACTUAL			
<b>DIAGRAMA 04</b>	<b>HOJA 1 DE 1</b>		<b>LUGAR:</b> Área de Producción	
				
<b>RESUMEN</b>				
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TIEMPO</b>		
<b>OPERACIONES</b>	2	148,198 s		
<b>INSPECCIONES</b>	2	56,109 s		
<b>TOTAL</b>	4	204,307 s	3,405 min	

## Anexo D diagrama de proceso

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS, ELECTRONICA E INDUSTRIAL FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL								
DIAGRAMA DE PROCESO										
EMPRESA:	Vulcano Shoes	MÉTODO ACTUAL	<input checked="" type="checkbox"/>	MÉTODO PROPUESTO	<input type="checkbox"/>	HOJA #:	1 de 1			
PRODUCTO ANALIZADO:	Calzado					FECHA:				
DEPARTAMENTO:	Vulcano Shoes	REALIZADO POR:	Cristian Suárez		DIAGRAMA #:	1				
ÁREA:	Producción	REVISADO POR:	Ing. John Reyes							
ESTACIÓN ANALIZADA:		OPERARIO(S) A CARGO:	TODOS							
SUB-ESTACIÓN ANALIZADA:		OPERACIÓN:				LÍNEA:	TODAS			
Identificación de Operaciones		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolos del Diagrama					Observaciones
Nº	Descripción de Operaciones									
1	Selección e inspección de materia prima			42,013						
2	Transporte hacia mesa de corte		1,1800	6,92						
3	Corte manual de piezas de cuero			89,697						
4	Corte manual de forros			35,636						
5	Transporte hacia troqueladora		16,85	33,868						
6	Corte de pieza por troqueladora			21,345						
7	Corte de forros por troqueladora			19,237						
8	Conteo e inspección de piezas cortadas			32,588						
9	Colocar en conjunto			4,092						
10	Transporte hacia máquina destalladora		14,67	28,526						
11	Destallado de las piezas			144,960						
12	correccion de imperfecciones			25,140						
13	Pintar bordes destallados			160,167						
14	Inspección de piezas			27,155						Se revisa si las piezas ya destalladas y pintadas presentan alguna falla
15	Colocación en gaveta			5,604						
16	Transporte hacia zona de aparato		1,3	5,338						
17	Colocacion de forros			328,015						

**Continuación 1. diagrama de proceso**

18	Unión de forros y piezas de cuero			14,409	●	⇒	□	D	▽	
19	Costura de piezas y detalles			148,108	●	⇒	□	D	▽	
20	Perforacion para ojales			27,329	●	⇒	□	D	▽	
21	Colocacion de ojales			141,55	●	⇒	□	D	▽	
22	Inspeccion de costuras y ojales			27,164	○	⇒	■	D	▽	Se revisa si no existen detalles mal colocados o hilo que sobresalga
23	Colocar de gaveta			1,395	●	⇒	□	D	▽	
24	Transporte hacia área de amado	11,086	14,827	○	⇒	□	D	▽		
25	Troquelado de plantillas			10,325	●	⇒	□	D	▽	
26	Colocación de plantilla en horma			6,06	●	⇒	□	D	▽	
27	Retirar exceso de material			19,208	●	⇒	□	D	▽	
28	colocar capellada en la horma			16,662	●	⇒	□	D	▽	
29	Colocar conjunto en máquina conformadora			92,032	●	⇒	□	D	▽	
30	Reactivación de capellada			31,699	●	⇒	□	D	▽	
31	Amar lados			98,042	●	⇒	□	D	▽	
32	Colocar en estantería			4,041	●	⇒	□	D	▽	
33	Inspección del conjunto			4,777	○	⇒	■	D	▽	
34	Transporte hacia área de plantado	10,23	10,33	○	⇒	□	D	▽		
35	Pulido de laterales			23,783	●	⇒	□	D	▽	
36	Colocar solución limpiadora en plantas			670,247	●	⇒	□	D	▽	
37	Colocar solución activadora			629,443	●	⇒	□	D	▽	
38	Colocación de pegamento en plantas y capellana			38,549	●	⇒	□	D	▽	
39	Transporte hacia prensadora	5,87	12,243	○	⇒	□	D	▽		
40	Reactivacion de pegamento de planta y capellana			32,087	●	⇒	□	D	▽	
41	Unión manual del ensamble mediante golpes de martillo			124,658	●	⇒	□	D	▽	
42	Prensar conjunto			33,465	●	⇒	□	D	▽	
43	Inspección del conjunto			11,447	○	⇒	■	D	▽	

**Continuación 2. diagrama de proceso**

44	transporte hacia zona de terminado		5,12	10,781	○	➡	□	D	▽	
45	Inspeccion de fallas			33,153	○	➡	■	D	▽	
46	Correccion de imperfecciones , abrillantamiento del conjunto, colocacion de cordón, plantillas, etiquetas			126,436	●	➡	□	D	▽	
47	Inspección final del producto			22,956	○	➡	■	D	▽	
48	Colocación en caja			21,762	●	➡	□	D	▽	
49	Transporte bodega de producto terminado		1,12	8,272	○	➡	□	D	▽	
RESUMEN										
ACTIVIDAD		CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	AHORRO (\$)		OBSERVACIONES			
OPERACIÓN	●	32	3145,183							
TRANSPORTE	➡	9	131,105	67,4260						
INSPECCIÓN	■	8	201,253							
DEMORA	●									
ALMACENAJE	▽									
TOTAL		49	3477,541	67,4260						

## Anexo E porcentajes de participación en ventas semanales

E1. Porcentaje de participación en ventas semanales meses enero a abril

Modelo	Enero					Febrero				Marzo				Abril				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
MO11	29,31%	18,97%	29,31%	12,07%	10,34%	50,00%	27,94%	11,76%	10,29%	44,23%	26,92%	26,92%	1,92%	33,80%	29,58%	19,72%	15,49%	1,41%
DUENDE 2	40,43%	21,28%	19,15%	19,15%	0,00%	33,82%	23,53%	27,94%	16,18%	17,19%	25,00%	21,88%	35,94%	0,00%	34,15%	31,71%	25,61%	8,54%
RL08	39,62%	32,08%	7,55%	13,21%	7,55%	20,41%	20,41%	20,41%	38,78%	34,62%	34,62%	7,69%	23,08%	28,75%	26,25%	8,75%	8,75%	26,25%
CESAR	3,70%	11,11%	40,74%	25,93%	18,52%	12,90%	45,16%	20,97%	20,97%	20,00%	20,00%	30,00%	30,00%	14,77%	28,41%	4,55%	28,41%	14,77%
CLAUDE	27,91%	18,60%	25,58%	13,95%	13,95%	44,74%	26,32%	13,16%	15,79%	22,00%	40,00%	20,00%	18,00%	29,03%	17,20%	13,98%	18,28%	21,51%
BO04	24,39%	24,39%	14,63%	17,07%	19,51%	10,00%	25,00%	25,00%	40,00%	43,75%	25,00%	20,83%	10,42%	29,49%	12,82%	8,97%	19,23%	29,49%
RM01	42,86%	14,29%	32,14%	10,71%	0,00%	30,77%	7,69%	25,64%	35,90%	19,57%	41,30%	8,70%	30,43%	14,10%	17,95%	29,49%	20,51%	17,95%
BO15	17,39%	26,09%	21,74%	17,39%	17,39%	35,90%	25,64%	23,08%	15,38%	54,17%	12,50%	12,50%	20,83%	5,08%	28,81%	20,34%	16,95%	28,81%
BO05	0,00%	36,36%	18,18%	36,36%	9,09%	22,73%	45,45%	13,64%	18,18%	22,73%	22,73%	31,82%	22,73%	38,30%	36,17%	4,26%	4,26%	17,02%

E1. Porcentaje de participación en ventas semanales meses mayo a agosto

Mayo				Junio				Julio				Agosto				
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
29,03%	27,42%	16,13%	27,42%	67,62%	22,86%	6,67%	2,86%	14,96%	45,67%	23,62%	15,75%	32,88%	17,81%	10,96%	28,77%	9,59%
42,37%	22,03%	1,69%	33,90%	25,27%	20,88%	32,97%	20,88%	18,57%	25,71%	24,29%	31,43%	16,39%	27,87%	22,95%	14,75%	18,03%
28,57%	24,49%	24,49%	22,45%	62,22%	12,22%	17,78%	7,78%	22,86%	5,71%	34,29%	37,14%	21,67%	6,67%	41,67%	8,33%	21,67%
37,21%	23,26%	16,28%	23,26%	47,92%	40,63%	8,33%	3,13%	14,29%	27,47%	21,98%	36,26%	46,77%	9,68%	27,42%	6,45%	9,68%
34,69%	12,24%	28,57%	24,49%	44,94%	19,10%	19,10%	16,85%	15,00%	23,00%	16,00%	46,00%	32,65%	18,37%	10,20%	28,57%	10,20%
27,94%	11,76%	29,41%	30,88%	42,86%	21,43%	16,67%	19,05%	3,49%	33,72%	27,91%	34,88%	0,00%	30,91%	36,36%	20,00%	12,73%
32,65%	24,49%	24,49%	18,37%	38,00%	19,00%	20,00%	23,00%	15,74%	31,48%	28,70%	24,07%	0,00%	36,59%	0,00%	39,02%	24,39%
4,00%	24,00%	48,00%	24,00%	43,18%	11,36%	40,91%	4,55%	20,45%	27,27%	38,64%	13,64%	0,00%	25,00%	45,00%	0,00%	30,00%
21,88%	21,88%	43,75%	12,50%	20,51%	17,95%	21,79%	39,74%	22,86%	2,86%	34,29%	40,00%	20,83%	0,00%	50,00%	8,33%	20,83%

**E1. Porcentaje de participación en ventas semanales meses septiembre a diciembre**

Septiembre				Octubre					Noviembre				Diciembre			
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
34,88%	25,58%	23,26%	16,28%	42,86%	15,71%	5,71%	18,57%	15,71%	57,14%	32,14%	0,89%	9,82%	46,94%	6,12%	16,33%	30,61%
15,69%	64,71%	19,61%	0,00%	62,50%	14,58%	4,17%	14,58%	4,17%	43,08%	29,23%	24,62%	3,08%	32,98%	10,64%	32,98%	23,40%
32,26%	22,58%	32,26%	12,90%	18,75%	14,58%	43,75%	18,75%	4,17%	33,66%	24,75%	20,79%	20,79%	31,34%	22,39%	14,93%	31,34%
5,41%	64,86%	21,62%	8,11%	33,33%	30,77%	10,26%	2,56%	23,08%	32,88%	19,18%	17,81%	30,14%	19,74%	34,21%	30,26%	15,79%
35,59%	25,42%	23,73%	15,25%	48,65%	16,22%	0,00%	18,92%	16,22%	18,29%	34,15%	23,17%	24,39%	38,57%	8,57%	18,57%	34,29%
19,05%	21,43%	26,19%	33,33%	26,83%	39,02%	29,27%	2,44%	2,44%	32,81%	18,75%	37,50%	10,94%	27,27%	12,73%	36,36%	23,64%
8,70%	39,13%	52,17%	0,00%	30,43%	17,39%	30,43%	21,74%	0,00%	33,93%	21,43%	23,21%	21,43%	18,37%	44,90%	18,37%	18,37%
30,00%	30,00%	12,50%	27,50%	20,83%	33,33%	16,67%	16,67%	12,50%	37,74%	24,53%	15,09%	22,64%	25,86%	24,14%	24,14%	25,86%
33,33%	22,22%	33,33%	11,11%	18,18%	13,64%	50,00%	18,18%	0,00%	34,69%	24,49%	20,41%	20,41%	31,88%	21,74%	14,49%	31,88%

**Anexo F. Desagregación semanal calzado tipo A periodo julio 2019- junio 2020**

**F1. Desagregación semanal calzado tipo A meses julio a octubre**

Modelo	Julio				Agosto					Septiembre				Octubre				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
MO11	20	60	31	21	22	12	7	19	6	15	11	10	7	29	11	4	13	11
DUENDE 2	13	19	18	23	9	16	13	8	10	8	33	10	0	29	7	2	7	2
RL08	25	6	37	40	12	4	23	5	12	10	7	10	4	9	7	21	9	2
CESAR	13	26	21	34	27	6	16	4	6	2	24	8	3	13	12	4	1	9
CLAUDE	15	24	17	47	15	8	5	13	5	21	15	14	9	18	6	0	7	6
BO04	3	30	25	31	0	16	19	10	6	8	9	11	14	11	16	12	1	1
RM01	18	35	32	27	0	14	0	15	9	2	9	12	0	7	4	7	5	0
BO15	9	12	18	6	0	5	8	0	6	12	12	5	11	5	8	4	4	3
BO05	8	1	12	14	5	0	11	2	5	9	6	9	3	4	3	11	4	0

**F1. Desagregación semanal calzado tipo A meses noviembre a febrero**

Noviembre				Diciembre				Enero					Febrero			
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
66	37	1	11	46	6	16	30	17	11	17	7	6	35	19	8	7
29	19	16	2	31	10	31	22	19	10	9	9	0	23	16	19	11
35	26	22	22	21	15	10	21	21	17	4	7	4	10	10	10	19
25	14	13	23	15	26	23	12	2	6	22	14	10	8	28	13	13
15	29	19	20	27	6	13	24	12	8	11	6	6	17	10	5	6
22	12	25	7	15	7	20	13	10	10	6	7	8	4	10	10	16
19	12	13	12	9	22	9	9	12	4	9	3	0	12	3	10	14
20	13	8	12	15	14	14	15	4	6	5	4	4	14	10	9	6
17	12	10	10	22	15	10	22	0	4	2	4	1	5	10	3	4

**F1. Desagregación semanal calzado tipo A meses marzo a junio**

Marzo				Abril					Mayo				Junio			
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
22	13	13	1	22	19	13	10	1	14	13	8	13	65	22	6	3
11	15	13	22	0	26	24	19	6	19	10	1	16	21	17	28	17
17	17	4	12	21	19	6	6	19	11	9	9	9	51	10	15	6
10	10	14	14	12	23	4	23	12	12	8	5	8	42	36	7	3
11	19	10	9	25	15	12	16	18	13	5	11	9	37	16	16	14
20	12	10	5	21	9	6	14	21	15	6	16	16	33	17	13	15
9	18	4	13	10	13	21	15	13	12	9	9	7	35	17	18	21
12	3	3	5	3	16	11	9	16	1	5	9	5	17	5	17	2
5	5	7	5	17	16	2	2	7	5	5	11	3	15	13	16	28





**Anexo H. Inventario inicial de producto terminado en la última semana de mayo del 2019**

Inventario inicial producto terminado		
Modelo	Talla	STOCK
M O 1 1	37	13
	38	7
	39	8
	40	8
	41	17
D U E 2 D D E	42	19
	37	13
	38	0
	39	0
	40	2
R L 1 8	41	28
	42	21
	34	20
	35	15
	36	0
C E S A R	37	0
	38	23
	39	20
	40	5
	41	3
C L A U D E	42	25
	37	16
	38	5
	39	1
	40	3
B O 0 4	41	22
	42	26
	37	16
	38	0
	39	0
R M 0 1	40	14
	41	20
	42	26
	34	18
	35	3
B O 1 5	36	1
	37	1
	38	20
	39	24
	40	22
B O 0 5	41	12
	42	0
	37	22
	38	14
	39	0
B O 0 5	40	1
	41	20
	42	20
	37	22
	38	14

## Anexo I. Stock en tránsito en la última semana de mayo del 2019

Stock en tránsito		
Modelo	Talla	Cantidad
M O 1 1	37	0
	38	16
	39	39
	40	13
	41	0
	42	0
D U E N D E	37	0
	38	9
	39	8
	40	2
	41	0
	42	0
R L 1 8	34	0
	35	0
	36	19
	37	30
	38	0
	39	0
C E S A R	37	0
	38	6
	39	12
	40	11
	41	6
	42	0
C L A U D E	37	0
	38	7
	39	1
	40	10
	41	0
	42	0
B O 0 4	37	0
	38	10
	39	10
	40	0
	41	0
	42	0
R M 0 1	34	0
	35	7
	36	11
	37	14
	38	0
	39	0
B O 1 5	37	0
	38	0
	39	8
	40	5
	41	0
	42	0
B O 0 5	37	0
	38	0
	39	11
	40	4
	41	0
	42	0

## Anexo J. Cálculo del lote mínimo

cantidad en pares	costo inventario	costo	costo por pares	costo anual	costo por pares/costo anual	LOTE MIN
55	\$4,70	\$20,40	2244	\$244,40	9,181669394	3
187	\$4,70	\$20,40	7629,6	244,4	31,21767594	6
271	\$4,70	\$20,40	11056,8	244,4	45,2405892	7
242	\$4,70	\$20,40	9873,6	244,4	40,39934534	6
129	\$4,70	\$20,40	5263,2	244,4	21,53518822	5
55	\$4,70	\$20,40	2244	244,4	9,181669394	3
55	\$4,70	\$19,75	2172,5	244,4	8,889116203	3
221	\$4,70	\$19,75	8729,5	244,4	35,71808511	6
185	\$4,70	\$19,75	7307,5	244,4	29,8997545	5
191	\$4,70	\$19,75	7544,5	244,4	30,86947627	6
99	\$4,70	\$19,75	3910,5	244,4	16,00040917	4
49	\$4,70	\$19,75	1935,5	244,4	7,919394435	3
46	\$4,70	\$17,40	1600,8	244,4	6,549918167	3
85	\$4,70	\$15,40	2618	244,4	10,71194763	3
196	\$4,70	\$15,40	6036,8	244,4	24,700491	5
273	\$4,70	\$15,40	8408,4	244,4	34,40425532	6
137	\$4,70	\$15,40	4219,6	244,4	17,26513912	4
48	\$4,70	\$15,40	1478,4	244,4	6,049099836	2
60	\$4,70	\$19,30	2316	244,4	9,476268412	3
153	\$4,70	\$19,30	5905,8	244,4	24,16448445	5
233	\$4,70	\$19,30	8993,8	244,4	36,799509	6
176	\$4,70	\$19,30	6793,6	244,4	27,79705401	5
94	\$4,70	\$19,30	3628,4	244,4	14,84615385	4
55	\$4,70	\$19,30	2123	244,4	8,686579378	3
63	\$4,70	\$21,50	2709	244,4	11,08428805	3
154	\$4,70	\$21,50	6622	244,4	27,09492635	5
238	\$4,70	\$21,50	10234	244,4	41,87397709	6
178	\$4,70	\$21,50	7654	244,4	31,31751227	6
71	\$4,70	\$21,50	3053	244,4	12,49181669	4
55	\$4,70	\$21,50	2365	244,4	9,676759411	3
59	\$4,70	\$21,00	2478	244,4	10,1391162	3
161	\$4,70	\$21,00	6762	244,4	27,66775777	5
220	\$4,70	\$21,00	9240	244,4	37,80687398	6
123	\$4,70	\$21,00	5166	244,4	21,13747954	5
86	\$4,70	\$21,00	3612	244,4	14,77905074	4
53	\$4,70	\$21,00	2226	244,4	9,10801964	3
46	\$4,70	\$17,50	1610	244,4	6,587561375	3
102	\$4,70	\$17,50	3570	244,4	14,60720131	4
152	\$4,70	\$17,50	5320	244,4	21,76759411	5
199	\$4,70	\$17,50	6965	244,4	28,49836334	5
96	\$4,70	\$17,50	3360	244,4	13,74795417	4
45	\$4,70	\$17,50	1575	244,4	6,444353519	3
38	\$4,70	\$20,50	1558	244,4	6,374795417	3
75	\$4,70	\$20,50	3075	244,4	12,58183306	4
109	\$4,70	\$20,50	4469	244,4	18,28559738	4
138	\$4,70	\$20,50	5658	244,4	23,15057283	5
55	\$4,70	\$20,50	2255	244,4	9,226677578	3
38	\$4,70	\$20,50	1558	244,4	6,374795417	3
36	\$4,70	\$21,50	1548	244,4	6,333878887	3
87	\$4,70	\$21,50	3741	244,4	15,30687398	4
136	\$4,70	\$21,50	5848	244,4	23,92798691	5
103	\$4,70	\$21,50	4429	244,4	18,12193126	4
44	\$4,70	\$21,50	1892	244,4	7,741407529	3
32	\$4,70	\$21,50	1376	244,4	5,630114566	2

## Anexo K. Seguimiento dinámico de amortiguadores para todos los modelos.

Modelo	MOI1						DUENDE2						RUIJ						CESAR						CLAUDE						BOU4						RMI1						BOI5						BOI6					
	37	38	39	40	41	42	37	38	39	40	41	42	34	35	36	37	38	39	37	38	39	40	41	42	37	38	39	40	41	42	37	38	39	40	41	42	34	35	36	37	38	39	37	38	39	40	41	42	37	38	39	40	41	42
1	-1.25	0.09	-0.88	0.42	-0.29	-2.75	-3.67	-0.25	-0.15	0.58	-3.17	-5.67	-3.50	-0.33	0.18	-0.07	-0.08	-5.00	-1.80	0.33	0.28	-0.18	0.13	-7.00	-2.75	0.18	0.80	0.09	-4.00	-5.25	-1.80	0.28	0.18	-0.29	-1.83	-3.00	-3.25	0.22	0.33	0.28	-1.83	-3.60	-3.20	-0.43	0.40	0.26	-3.80	-6.20	-4.25	-0.09	0.31	0.63	-2.80	-3.80
2	-1.00	-0.18	-2.38	0.25	0.14	-2.50	-2.33	-0.88	-1.38	0.42	-2.80	-5.33	-3.50	-0.22	-1.65	-2.00	-0.75	-5.00	-1.40	-0.33	-0.69	-0.02	0.63	-6.33	-1.75	0.09	1.00	-0.45	-2.75	-4.25	-1.20	-0.50	0.27	0.57	-1.17	-2.50	-2.50	0.22	0.58	0.44	-0.83	-3.00	-3.00	-0.14	-0.90	0.00	-3.60	-6.11	-4.25	-0.09	-1.38	-0.50	-2.80	-3.80
3	-0.50	-0.09	-2.44	0.25	0.56	-2.00	-2.00	-0.88	-2.08	-1.67	-2.50	-5.00	-3.25	0.00	-2.73	-3.27	0.13	-4.67	-1.00	-0.09	-1.69	-0.02	-1.13	-5.67	-1.25	0.09	0.60	-0.73	-2.25	-3.75	-0.60	-1.00	0.09	0.71	-0.50	-2.00	-1.75	-0.33	-1.25	-1.00	0.00	-2.60	-2.80	0.29	-2.20	-0.18	-3.20	-5.97	-4.00	0.09	-3.08	-1.88	-2.60	-3.60
4	-0.25	0.27	-2.06	0.08	0.33	-1.75	-2.00	-0.50	-1.92	-2.33	-2.33	-5.00	-2.75	0.33	-1.91	-2.40	0.25	-4.00	-0.40	-0.78	-1.38	0.00	0.44	-4.67	-1.00	-0.09	0.60	-0.36	-1.75	-3.50	-0.60	-0.88	0.64	0.86	-0.50	-2.00	-1.25	0.11	-1.25	-0.75	0.67	-2.20	-2.80	0.43	-2.40	-0.45	-3.00	-6.00	-3.75	0.36	-3.15	-2.38	0.20	-3.36
5	0.00	0.18	-1.69	0.25	-0.22	-1.50	-1.67	0.13	-1.62	-2.00	-2.17	-4.67	-2.50	0.44	-1.64	-2.07	0.28	-3.67	0.00	0.00	-0.69	0.45	0.11	-4.00	-0.75	-0.27	-2.67	0.00	-1.50	-3.25	-0.60	-0.88	-1.18	0.29	-0.50	-2.00	-1.25	0.11	-1.25	-0.75	0.67	-2.20	-2.80	-0.14	-2.40	-0.91	-3.00	-6.00	-3.75	0.45	-3.00	-2.25	0.40	-3.36
6	0.00	0.33	-1.50	0.58	-1.00	-1.50	-1.33	0.63	-1.38	-1.75	-2.00	-4.33	-2.50	0.00	-1.55	-2.00	0.25	-3.67	0.00	0.11	-0.54	0.55	0.00	-4.00	-0.50	-0.55	-4.33	0.18	-1.25	-3.25	-0.40	-0.38	-0.73	-2.14	-0.17	-1.83	-0.60	-0.22	-1.00	0.44	0.33	-2.00	-2.80	-1.14	-2.30	-0.82	-2.80	-6.00	-3.75	0.09	-3.00	-2.25	0.40	-3.36
7	0.00	0.00	-1.38	0.33	-1.44	-1.50	-1.33	0.25	-1.23	-1.58	-1.83	-4.33	-2.25	-0.56	-1.00	-1.40	-1.00	-3.33	0.20	0.56	0.15	0.36	0.22	-3.67	-0.50	-0.45	-4.20	0.27	-1.25	-3.25	-0.20	0.25	0.18	-4.29	0.33	-1.67	-0.60	0.78	-1.00	0.44	-0.67	-2.00	-2.60	-1.88	-2.10	-0.64	-2.40	-5.76	-3.50	0.64	-2.69	-1.88	-1.00	-3.11
8	0.25	-1.20	-1.06	0.42	-1.22	-1.25	-1.00	0.63	-1.08	-1.33	-1.67	-4.00	-2.25	-1.00	-0.91	-1.27	-2.50	-3.33	0.20	0.67	-0.08	-0.27	0.22	-3.67	-0.25	-0.18	-3.67	0.00	-1.00	-3.00	-0.20	0.63	0.09	-4.00	0.50	-1.67	-0.40	-1.00	-0.67	-0.13	-1.67	-1.80	-2.60	-1.88	-2.10	-0.64	-2.40	-5.76	-3.50	-1.45	-2.62	-1.88	-2.80	-3.11
9	0.25	-2.33	-0.94	0.33	-1.11	-1.25	-1.00	-0.50	-0.92	-1.17	-1.50	-4.00	-2.00	-0.09	-0.64	-0.95	-2.88	-3.00	-0.40	0.22	0.08	-1.18	0.11	-3.67	-0.25	-0.09	-3.73	-0.45	-1.00	-3.00	-0.20	0.25	0.27	-3.86	0.00	-1.67	-0.40	-0.78	-0.50	0.06	-2.17	-1.80	-2.40	-1.71	-2.00	-0.55	-2.20	-5.51	-3.50	-1.36	-2.46	-1.75	-3.40	-3.11
10	-0.25	-2.13	-0.69	-0.75	-1.00	-1.00	-0.33	-1.00	-0.38	-0.50	-0.83	-3.33	-1.75	-0.67	-0.36	-0.73	-2.75	-2.67	-1.20	-0.09	0.15	-1.02	-0.67	-3.67	0.25	0.36	-3.27	-0.55	-0.75	-2.75	0.00	0.67	0.55	-3.57	-0.83	-1.50	-0.40	-0.78	-0.50	0.13	-2.17	-1.80	-2.20	-1.43	-1.70	-0.18	-2.00	-5.26	-3.25	-1.18	-2.23	-1.50	-3.20	-2.86
11	-0.75	-1.93	-0.50	-1.33	-0.89	-0.75	0.00	-0.63	-0.23	-0.25	-0.67	-3.00	-1.75	-0.56	-0.18	-0.60	-2.65	-2.67	-1.60	-1.67	0.31	-1.27	-0.78	-3.33	0.00	0.64	-2.98	-0.18	-0.50	-2.50	0.20	0.22	0.27	-3.29	-1.50	-1.33	-0.20	-0.67	-0.33	0.25	-1.83	-1.60	-2.00	-1.14	-1.40	0.18	-1.80	-5.00	-3.25	-1.09	-2.08	-1.38	-3.00	-2.86
12	-1.50	-1.80	-0.31	-2.08	-0.78	-0.75	0.00	-0.63	-0.23	-0.25	-0.67	-3.00	-1.50	-0.33	0.09	-0.40	-2.50	-2.33	-1.60	-1.44	0.47	-1.09	-0.67	-3.33	0.20	0.65	-2.60	0.09	-0.25	-2.25	0.40	-1.56	0.64	-3.00	-1.33	-1.17	0.00	0.44	-0.08	0.44	-1.33	-1.40	-2.00	-1.00	-1.30	0.27	-1.60	-5.00	-3.00	-0.91	-1.85	-1.13	-2.80	-2.61
13	-1.50	-1.67	-0.19	-1.92	-0.67	-0.75	0.00	0.13	0.23	0.25	0.33	-2.00	-1.50	-0.22	0.18	-0.33	-2.33	-2.33	-1.60	-1.33	0.20	-1.00	-0.67	-3.33	0.20	-0.18	-2.40	0.27	-0.25	-2.25	0.60	-2.33	0.09	-2.57	-1.17	-1.00	0.00	0.44	-0.08	0.19	-1.40	-1.80	-0.71	-1.00	0.09	-1.40	-4.76	-3.00	-0.82	-1.77	-1.00	-2.80	-2.61	
14	-1.25	-1.40	0.50	-1.17	-0.22	-0.50	0.25	0.25	0.31	0.33	0.50	-1.67	-1.50	-0.11	0.36	-0.13	-2.13	-2.00	-1.40	-1.00	-1.00	-0.73	-0.56	-3.00	-1.00	-1.00	-0.38	0.00	-2.00	0.20	-2.11	-0.73	-2.29	-0.83	-0.83	0.20	0.33	0.00	-0.44	-1.17	-1.20	-1.80	-0.57	-0.90	-0.18	-1.20	-4.76	-3.00	-0.73	-1.69	-0.88	-2.80	-2.61	
15	-1.25	-1.33	0.31	-0.92	-0.11	-0.50	0.00	0.25	-0.08	-0.17	-0.17	-1.67	-1.50	-0.11	0.33	0.00	-1.88	-2.00	-1.20	-0.78	-2.13	-0.45	-0.44	-2.67	-2.40	-1.55	-1.80	0.36	0.00	-2.00	-0.60	-1.78	-1.09	-1.86	-0.33	-0.67	0.40	-0.22	0.08	-1.19	-1.00	-1.00	-1.60	-0.43	-0.70	-0.36	-1.00	-4.51	-3.00	-0.64	-1.62	-0.75	-2.80	-2.61
16	-1.25	-1.27	0.38	-0.83	0.00	-0.50	-1.75	-0.38	-0.69	-0.92	-1.17	-1.33	-1.25	0.00	0.64	0.47	-1.25	-1.67	-1.20	-0.67	-2.47	-0.36	-0.44	-2.67	-3.00	-1.55	-1.80	0.36	0.00	-2.00	-1.40	-1.56	-0.73	-1.57	0.00	-0.50	0.60	-0.11	0.17	-1.44	-0.83	-0.88	-1.60	-0.43	-0.60	-0.27	-1.00	-4.51	-2.75	-0.45	-1.38	-0.50	-2.60	-2.36
17	-1.25	-1.13	-0.44	-0.50	0.22	-0.50	-3.50	-1.25	-1.23	-1.50	-2.00	-1.33	-1.25	0.11	0.36	0.67	-1.00	-1.33	-1.20	-0.67	-2.47	-0.36	-0.44	-2.67	-3.00	-1.48	-1.60	-0.91	0.25	-2.00	-2.00	-1.56	-0.73	-1.57	0.00	-0.50	0.20	0.00	0.25	-1.38	-0.67	-0.60	-1.60	-0.43	-0.50	-0.18	-1.00	-4.51	-2.75	-0.36	-1.31	-0.38	-2.60	-2.36
18	-1.25	-1.07	-1.38	-0.25	0.33	-0.50	-3.00	-1.00	-0.69	-1.00	-1.33	-0.67	-1.25	0.11	-0.45	0.33	-1.00	-1.33	-1.20	-0.44	-2.27	-0.18	-0.33	-2.67	-3.00	-1.36	-1.47	-2.36	0.25	-2.00	-2.00	-1.56	-0.73	-1.57	0.00	-0.50	-0.80	0.00	0.25	-1.38	-0.67	-0.60	-1.60	-0.43	-0.40	-0.09	-1.00	-4.56	-2.75	-0.36	-1.31	-0.38	-2.60	-2.36
19	-0.25	-0.07	-0.63	0.50	0.22	0.50	-2.75	-0.38	-0.38	-0.67	-0.83	-0.33	-0.75	0.11	-0.82	0.13	-0.38	-0.67	-0.80	0.11	-1.80	0.36	0.00	-2.00	-2.80	-1.09	-1.20	-2.64	-0.25	-1.75	-1.60	-1.00	-0.09	-1.00	0.33	-0.17	-1.80	0.33	-0.38	-1.06	0.00	-0.40	-1.20	0.00	0.10	0.45	-0.60	-0.06	-0.92	0.13	-2.40	-2.11		
20	0.25	0.47	0.06	0.88	0.78	0.25	-2.50	0.13	-0.08	-0.33	-0.50	0.00	-0.25	0.00	-0.18	0.20	0.13	0.00	-0.60	0.44	-1.53	0.64	0.22	-1.67	-2.20	-0.64	-0.67	-2.09	-0.25	-1.00	-1.40	-0.67	0.27	-0.71	0.50	0.00	-2.20	0.56	-0.83	-0.88	0.50	-0.20	-1.00	0.29	0.50	0.26	-0.20	-3.91	-2.25	0.36	-0.62	0.50	-2.20	-1.86
21	0.25	0.47	0.06	0.12	0.22	0.25	-2.50	0.25	-0.08	-0.33	-0.50	0.00	0.00	-0.22	0.36	0.33	0.50	0.33	-0.40	0.22	-1.27	0.45	0.33	-1.33	-1.80	-0.27	-0.27	-1.73	0.50	-0.50	-1.00	0.00	0.45	0.00	0.17	0.33	-2.00	0.22	-0.58	-0.63	0.33	0.00	-0.80	0.43	0.30	0.55	0.00	-0.71	-2.00	0.64	-0.38	0.25	-2.00	-1.61
22	-0.25	0.20	-0.19	-1.35	-0.89	0.25	-1.75	0.23	0.46	0.25	0.17	0.67	0.25	-0.44	0.45	0.47	0.38	0.67	0.00	0.22	-0.47	0.09	0.11	-0.67	-1.40	0.09	0.33	-1.36	0.20	0.00	-0.80	0.22	0.64	0.14	-0.50	0.50	-1.80	-0.44	-0.33	-0.44	0.35	0.20	-0.60	0.14	0.60	-0.18	0.20	-3.57	-1.75	0.55	-0.15	0.50	-1.80	-1.47
23	-0.25	0.20	-0.19	-1.06	-0.78	-0.75	-1.50	0.38	0.42	0.42	0.33	0.00	0.50	-0.22	0.10	0.47	0.38	0.67	0.00	0.33	-0.60	-0.36	-0.22	-0.33	-1.00	0.64	0.73	-0.82	0.60	0.50	-0.40	0.67	0.27	0.45	-1.17	0.17	-1.60	-1.22	-0.17	-0.25	0.33	0.40	-0.40	-0.14	0.20	-1.00	0.40	-3.32	-1.25	0.18	0.46	0.13	-1.20	-1.22
24	-0.25	-0.13	0.31	-3.35	-3.67	-2.00	-0.75	-0.08	0.38	0.50	0.33	0.50	0.00	-0.11	0.00	0.27	0.38	0.67	0.60	0.60	0.33	0.07	-0.36	-0.33	0.33	-1.00	0.27	0.67	0.47	-0.73	-0.60	0.50	-0.20	0.33	0.55	0.57	-1.67	-0.50	-1															

# Anejo L. Dinero en inventario

Mes	MAY						JUN						JUL						AGO						SEPT						OCT						NOV						DIC						ENE						FEB						MAR						ABR						MAY						JUN						Total	Dinero promedio						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			23	24	25	26	27	28
Julio	1	\$265.20	\$469.20	\$958.80	\$428.40	\$346.80	\$387.60	\$237.00	\$276.50	\$375.25	\$158.00	\$513.50	\$395.00	\$348.00	\$231.00	\$292.60	\$462.00	\$354.20	\$308.00	\$389.50	\$154.40	\$231.60	\$308.80	\$173.70	\$482.50	\$344.00	\$258.00	\$172.00	\$279.50	\$473.00	\$559.00	\$336.00	\$210.00	\$336.00	\$294.00	\$420.00	\$546.00	\$315.00	\$175.00	\$210.00	\$262.50	\$350.00	\$420.00	\$451.00	\$346.00	\$164.00	\$205.00	\$512.50	\$618.84	\$473.00	\$301.00	\$236.50	\$107.50	\$430.00	\$434.03	\$18,586.93	\$17,013.44																																			