



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA**  
**CARRERA DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA**

**Proyecto Integrador, previo a la obtención del Título de Licenciada en  
Contabilidad y Auditoría C.P.A.**

**Tema:**

---

**“La gestión de inventarios y su influencia en la utilidad de la empresa Seguid.  
Un modelo de optimización de inventario de materia prima”**

---

**Autora:** Moreno Altamirano, Evelyn Tatiana

**Tutor:** Ing. Mg. Aldás Salazar, Darwin Santiago

**Ambato – Ecuador**

**2022**

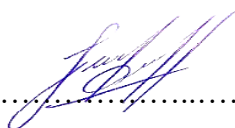
## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Ing. Mg. Darwin Santiago Aldás Salazar con cédula de identidad No. 180394776-9 en mi calidad de Tutor del proyecto integrador sobre el tema: **“LA GESTIÓN DE INVENTARIOS Y SU INFLUENCIA EN LA UTILIDAD DE LA EMPRESA SEGUVID. UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA”**, desarrollado por Evelyn Tatiana Moreno Altamirano, de la Carrera de Contabilidad y Auditoría, modalidad presencial, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos, tanto técnicos como científicos y corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado, de la Universidad Técnica de Ambato y en el normativo para presentación de Trabajos de Graduación de la Facultad de Contabilidad y Auditoría.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación por los profesores calificadores designados por el H. Consejo Directivo de la Facultad.

Ambato, Marzo 2022.

**TUTOR**



.....  
Ing. Mg. Darwin Santiago Aldás Salazar

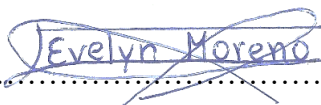
C.I. 180394776-9

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Evelyn Tatiana Moreno Altamirano con cédula de identidad No. 180439039-9, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el proyecto integrador, bajo el tema: **“LA GESTIÓN DE INVENTARIOS Y SU INFLUENCIA EN LA UTILIDAD DE LA EMPRESA SEGUVID. UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA”**, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos, conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de este Proyecto Integrador.

Ambato, Marzo 2022.

## AUTORA

A handwritten signature in blue ink that reads "Evelyn Moreno". The signature is written over a horizontal dotted line.

Evelyn Tatiana Moreno Altamirano

C.I. 180439039-9

## **CESIÓN DE DERECHOS**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto integrador, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi proyecto integrador, con fines de difusión pública; además apruebo la reproducción de este proyecto de investigación, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial; y se realice respetando mis derechos de autora.

Ambato, Marzo 2022.

## **AUTORA**



Evelyn Tatiana Moreno Altamirano

C.I. 180439039-9

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

El Tribunal de Grado, aprueba el proyecto integrador, sobre el tema: **“LA GESTIÓN DE INVENTARIOS Y SU INFLUENCIA EN LA UTILIDAD DE LA EMPRESA SEGUVID. UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA”**, elaborado por Evelyn Tatiana Moreno Altamirano, estudiante de la Carrera de Contabilidad y Auditoría, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Facultad de Contabilidad y Auditoría de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Marzo 2022.



Dra. Mg. Tatiana Valle

**PRESIDENTE**



Dra. Rocío Cando

**MIEMBRO CALIFICADOR**



Dra. María del Carmen Gómez

**MIEMBRO CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

*El presente proyecto integrador lo dedico especialmente a Dios, por mostrarme que con paciencia y esfuerzo todo es posible, además por la bendición de cumplir una meta que empecé un día y hoy se hace realidad.*

*A mi madre, por su apoyo y amor incondicional, siendo partícipe de mis logros alcanzados en el transcurso de mi vida, siempre con palabras de aliento motivándome a seguir adelante.*

*Evelyn Tatiana Moreno Altamirano*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por bendecirme diariamente y ser mi fortaleza en cada momento de mi vida y permitirme culminar una parte de mi formación profesional.*

*A la Universidad Técnica de Ambato, por abrirme las puertas al conocimiento y al personal docente de la Facultad de Contabilidad y Auditoría quienes fueron parte fundamental de mi formación profesional*

*A mi tutor Ing. Santiago Aldas, que gracias a su paciencia y asesoría hizo posible la culminación del presente proyecto.*

*Al gerente de la empresa Seguvid, conjuntamente con el equipo administrativo y de producción por brindarme su apoyo y apertura para elaborar el proyecto.*

*Evelyn Tatiana Moreno Altamirano*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**CARRERA DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA**  
**FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA**

**TEMA:** “LA GESTIÓN DE INVENTARIOS Y SU INFLUENCIA EN LA UTILIDAD DE LA EMPRESA SEGUVID. UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA.”

**AUTORA:** Evelyn Tatiana Moreno Altamirano

**TUTOR:** Ing. Mg. Darwin Santiago Aldás Salazar

**FECHA:** Marzo, 2022

**RESUMEN EJECUTIVO**

El presente proyecto integrador se enfoca en mejorar la condición actual de la empresa Seguvid, dado que mediante un diagnóstico inicial se evidencia la inadecuada gestión de inventario. Dicho problema que se presenta en bodega ocasiona el incremento de costos, lo cual afecta a la utilidad de la empresa. En virtud del problema encontrado en la entidad, en primera instancia se realiza un análisis horizontal, a los Estados de Pérdidas y Ganancias de la entidad con el objetivo de analizar la situación económica. En segunda instancia se aplica un modelo de optimización, el cual utiliza variables tales como: demanda, límite de la capacidad productiva y costos relacionados con el inventario. Entonces, en base a dichas variables se pone en consideración la función objetivo y las respectivas restricciones, teniendo en cuenta que el horizonte de planeación es de doce meses. El modelo se procesa a través de la herramienta Lingo utilizando seis artículos del inventario de materia prima considerados esenciales mediante un análisis ABC. Por consiguiente, se refleja la minimización de costos y se obtiene un ahorro de 62.807,29 dólares americanos ya que se adquiere cantidades óptimas de materia prima para cubrir la demanda de cada mes.

**PALABRAS DESCRIPTORAS:** GESTIÓN DE INVENTARIOS, UTILIDAD, EMPRESA INDUSTRIAL, OPTIMIZACIÓN.



**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO**  
**FACULTY OF ACCOUNTING AND AUDIT**  
**ACCOUNTING AND AUDIT CAREER**

**TOPIC:** "INVENTORY MANAGEMENT AND ITS INFLUENCE ON THE PROFIT OF THE SEGUVID COMPANY. A RAW MATERIAL INVENTORY OPTIMIZATION MODEL. "

**AUTHOR:** Evelyn Tatiana Moreno Altamirano

**TUTOR:** Ing. Mg. Darwin Santiago Aldás Salazar

**DATE:** March, 2022

**ABSTRACT**

This integrative project focuses on improving the current condition of the Seguid company, given that an initial diagnosis shows inadequate inventory management. This problem that occurs in the warehouse causes an increase in costs, which affects the utility of the company. Due to the problem found in the entity, in the first instance a horizontal analysis is carried out, to the Profit and Loss Statements of the entity with the objective of analyzing the economic situation. In the second instance, an optimization model is applied, which uses variables such as: demand, production capacity limit and costs related to inventory. Then, based on these variables, the objective function and the respective restrictions are taken into consideration, taking into account that the planning horizon is twelve months. The model is processed through the Lingo tool using six items from the raw material inventory considered essential through an ABC analysis. Therefore, the minimization of costs is reflected and a saving of 62,807.29 US dollars is obtained since optimal quantities of raw material are acquired to cover the demand of each month.

**KEYWORDS:** INVENTORY MANAGEMENT, PROFIT, INDUSTRIAL COMPANY, OPTIMIZATION.

## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>PÁGINAS PRELIMINARES</b>	
PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
CESIÓN DE DERECHOS.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO .....	viii
ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xviii
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>1</b>
1.1.    Introducción .....	1
1.1.1.    Antecedentes del proyecto integrador.....	1
1.1.2.    Descripción del entorno .....	14
1.1.3.    Justificación.....	15
1.1.4.    Objetivos .....	17
1.2.    Revisión de la literatura .....	17
1.2.1.    Gestión de inventarios de materia prima.....	17
1.2.2.    Importancia de la gestión de inventarios.....	18
1.2.3.    Métodos para controlar los inventarios .....	19
1.2.4.    Tipos de inventarios .....	19
1.2.5.    Costos de inventario.....	20
1.2.6.    Teoría de la organización basada en la investigación de operaciones	22

1.2.7.	Factor estacional en la demanda .....	22
1.2.8.	Pronóstico de la demanda.....	22
1.2.9.	Modelo de optimización.....	23
1.2.10.	Utilidad.....	24
1.2.11.	Análisis financiero .....	25
<b>CAPÍTULO II.....</b>		<b>27</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>		<b>27</b>
2.1.	Descripción de la metodología.....	27
2.1.1.	Nivel de investigación.....	27
2.1.2.	Tipo de investigación .....	27
2.1.3.	Unidad de análisis .....	27
2.1.4.	Fuentes y técnicas de recolección de información.....	28
2.1.5.	Fases del desarrollo .....	30
2.1.6.	Procesamiento de la información.....	30
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>35</b>
<b>DESARROLLO.....</b>		<b>35</b>
3.1.	Diagnóstico de la situación actual de la empresa Seguid.....	35
3.1.1.	Análisis horizontal aplicado a los estados de resultados 2019-2020 .	35
3.1.2.	Gestión actual del inventario de materia prima en bodega .....	37
3.1.3.	Análisis ABC .....	38
3.1.4.	Análisis de la demanda.....	41
3.1.5.	Pronóstico de ventas.....	42
3.1.6.	Consumo de materia prima .....	46
3.1.7.	Pronóstico de materia prima.....	47
3.1.8.	Costo de mantener inventario.....	48
3.1.9.	Costo de unidades faltantes en inventario .....	50
3.1.10.	Capacidad de producción .....	51
3.1.11.	Modelo de optimización para la adecuada gestión de inventario de materia prima .....	53
3.1.12.	Análisis de resultados.....	77
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>80</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>80</b>

4.1. Conclusiones .....	80
4.2. Recomendaciones.....	81
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>87</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
<b>Tabla 1</b> Importancia de la gestión de inventarios.....	18
<b>Tabla 2</b> Tipos de inventarios .....	20
<b>Tabla 3</b> Determinación de los costos de mantener inventarios .....	21
<b>Tabla 4</b> Ficha de observación – Stock de materia prima.....	29
<b>Tabla 5</b> Ficha de observación – Producción por línea en m <sup>2</sup> .....	29
<b>Tabla 6</b> Ficha de observación – Estado de resultados período 2019 - 2020 .....	29
<b>Tabla 7</b> Sistema de restricciones .....	32
<b>Tabla 8</b> Variables que intervienen en el modelo de optimización .....	33
<b>Tabla 9</b> Funciones y operadores lógicos de Lingo .....	34
<b>Tabla 10</b> Fases de desarrollo .....	30
<b>Tabla 11</b> Análisis horizontal aplicado a los Estados de Resultados 2019-2020 .....	36
<b>Tabla 12</b> Clasificación ABC de los artículos de materia prima .....	39
<b>Tabla 13</b> Resumen clasificación ABC de artículos de materia prima.....	40
<b>Tabla 14</b> Ventas mensuales en m <sup>2</sup> del período 2019 a 2020a 2020 .....	41
<b>Tabla 15</b> Cálculo de factores estacionales para la Línea estructural.....	43
<b>Tabla 16</b> Descuento de las variaciones de temporada de las ventas para la Línea estructural.....	44
<b>Tabla 17</b> Análisis de regresión para datos con descuentos de temporada para la Línea estructural.....	44
<b>Tabla 18</b> Pronóstico de regresión con ajuste estacional para la Línea estructural período 2021.....	46
<b>Tabla 19</b> Factor de consumo de materia prima de los artículos esenciales.....	46
<b>Tabla 20</b> Pronóstico de la cantidad de materia prima necesaria para el horizonte de planeación 2021 - Línea estructural .....	47
<b>Tabla 21</b> Porcentaje de tasa de almacenamiento.....	48
<b>Tabla 22</b> Inventario al final de cada mes del artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600.....	49
<b>Tabla 23</b> Costo de almacenamiento mensual para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600 .....	50

<b>Tabla 24</b> Costo de una faltante en inventario.....	51
<b>Tabla 25</b> Producción diaria de m <sup>2</sup> .....	52
<b>Tabla 26</b> Capacidad de producción en m <sup>2</sup> para la Línea estructural en el período 2021 .....	53
<b>Tabla 27</b> Datos para el modelo de optimización del artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600 .....	54
<b>Tabla 28</b> Solución encontrada mediante Lingo para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600.....	57
<b>Tabla 29</b> Análisis de la cantidad a requerir con respecto al año anterior del artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600 .....	58
<b>Tabla 30</b> Datos para el modelo de optimización del artículo lámina de vidrio flotado con código CL1024403660 .....	60
<b>Tabla 31</b> Solución encontrada mediante Lingo para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL1024403660.....	61
<b>Tabla 32</b> Análisis de la cantidad a requerir con respecto al año anterior del artículo lámina de vidrio flotado con código CL1024403660 .....	62
<b>Tabla 33</b> Datos para el modelo de optimización del artículo lámina de vidrio flotado con código C0826003600 .....	63
<b>Tabla 34</b> Solución encontrada mediante Lingo para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL0826003600.....	64
<b>Tabla 35</b> Análisis de la cantidad a requerir con respecto al año anterior del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0826003600 .....	65
<b>Tabla 36</b> Datos para el modelo de optimización del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0824403660 .....	67
<b>Tabla 37</b> Solución encontrada mediante Lingo para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL0824403660.....	68
<b>Tabla 38</b> Análisis de la cantidad a requerir con respecto al año anterior del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0824403660 .....	69
<b>Tabla 39</b> Datos para el modelo de optimización del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0624403660 .....	70
<b>Tabla 40</b> Solución encontrada mediante Lingo para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL0624403660.....	71

<b>Tabla 41</b> Análisis de la cantidad a requerir con respecto al año anterior del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0624403660 .....	72
<b>Tabla 42</b> Datos para el modelo de optimización del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0422003300 .....	74
<b>Tabla 43</b> Solución encontrada mediante Lingo para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL0422003300.....	75
<b>Tabla 44</b> Análisis de la cantidad a requerir con respecto al año anterior del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0624403660 .....	76
<b>Tabla 45</b> Análisis de resultados.....	77
<b>Tabla 46</b> Análisis de la optimización en base a la utilidad bruta .....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
<b>Figura 1</b> Logo de la empresa "Seguvid" .....	1
<b>Figura 2</b> Organigrama "Seguvid" .....	3
<b>Figura 3</b> Área de almacenamiento de materia prima .....	6
<b>Figura 4</b> Área de corte.....	7
<b>Figura 5</b> Área de pulido .....	8
<b>Figura 6</b> Área de perforado .....	9
<b>Figura 7</b> Área de lavado.....	10
<b>Figura 8</b> Área de serigrafía.....	11
<b>Figura 9</b> Área de templado.....	12
<b>Figura 10</b> Área de almacenamiento de productos terminados .....	12
<b>Figura 11</b> Flujograma procesos de producción en la empresa "Seguvid" .....	13
<b>Figura 12</b> Métodos para controlar los inventarios .....	19
<b>Figura 13</b> Construir las restricciones .....	24
<b>Figura 14</b> Variables de decisión.....	31
<b>Figura 15</b> Clasificación ABC del inventario de materia prima.....	40
<b>Figura 16</b> Análisis de la venta en m <sup>2</sup> .....	42
<b>Figura 17</b> Modelo de optimización para la adecuada gestión en inventario.....	55
<b>Figura 18</b> Solución óptima.....	56
<b>Figura 19</b> Análisis de cantidad a requerir: m <sup>2</sup> del artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600 .....	59
<b>Figura 20</b> Análisis de cantidad a requerir: m <sup>2</sup> del artículo lámina de vidrio flotado con código CL1024403660 .....	62
<b>Figura 21</b> Análisis de cantidad a requerir: m <sup>2</sup> del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0826003600 .....	66
<b>Figura 22</b> Análisis de cantidad a requerir: m <sup>2</sup> del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0824403660 .....	69
<b>Figura 23</b> Análisis de cantidad a requerir: m <sup>2</sup> del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0624403660 .....	73



<b>Figura 24</b> Análisis de cantidad a requerir: m2 del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0624403660 .....	76
<b>Figura 25</b> Análisis de resultados .....	77
<b>Figura 26</b> Análisis de la optimización en base a la utilidad bruta.....	79

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>Anexo 1</b> Inventario de materia prima de la empresa Seguvid 2020 .....	87
<b>Anexo 2</b> Factor de consumo para los artículos esenciales.....	88
<b>Anexo 3</b> Inventario al final de cada mes de los m2 de los artículos esenciales.....	90
<b>Anexo 4</b> Costo de almacenamiento mensual de los artículos cruciales.....	93
<b>Anexo 5</b> Costo de almacenamiento mensual de los artículos esenciales.....	95
<b>Anexo 6</b> Modelos de optimización de los artículos esenciales en Lingo .....	98
<b>Anexo 7</b> Utilidad bruta del período 2020-2021 .....	103
<b>Anexo 8</b> RUC.....	104
<b>Anexo 9</b> Formato control de producción diaria .....	106
<b>Anexo 10</b> Requisición de compra.....	107
<b>Anexo 11</b> Orden de compra .....	108

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Introducción

#### 1.1.1. Antecedentes del proyecto integrador

##### Historia de la organización

Seguvid empresa fabricante de vidrio plano-curvo, con los más altos estándares de calidad, parte activa de la industria ambateña desde el año 2000 cuyo propietario es Raúl Espín. Tuvo sus inicios en Totoras con el apoyo de 10 trabajadores, para el año 2014 se logró construir una pequeña planta ubicada en Huachi Chico. Dado que la anterior planta la arrendaban, una vez establecidos en Huachi Chico el personal se incrementó a 14 trabajadores distribuidos entre el área operativa y administrativa.

Al pasar los años, al propietario se le presentó la oportunidad de agrandar la empresa, así que en el 2018 decide arrendar una planta con instalaciones en óptimas condiciones con respecto a capacidad en Augusto N. Martínez. Paulatinamente la empresa se ha ido posicionando en el mercado hasta ser una empresa líder en la comercialización de vidrio templado en la línea automotriz y estructural.

#### Figura 1

Logo de la empresa "Seguvid"



Fuente: Seguvid (2021)

Actualmente la empresa “Seguvid” representada legalmente por el Sr. Espín Ortiz Raúl Marcelo que es una persona natural obligada a llevar contabilidad. Se encuentra ubicada en la provincia: Tungurahua, cantón: Ambato, parroquia: Augusto N. Martínez, barrio: Sagrado Corazón de Jesús, calles: camino real.

### **Detalles estratégicos**

#### **Misión**

Somos una organización encargada de la fabricación, comercialización, distribución y venta de vidrio estructural y automotriz, curvo y plano. Brindando siempre a los clientes la experiencia de la satisfacción de cada una de sus necesidades y expectativas por medio de procesos que promueven productos de alta calidad gracias al apoyo de un recurso humano competitivo y capacitado, promoviendo la mejora continua y garantizando así la rentabilidad de la organización.

#### **Visión**

Para el 2025 ser la empresa líder en la comercialización de vidrio templado automotriz y vidrio estructural en la ciudad de Ambato, además de expandir nuestro mercado a las principales ciudades del país, apoyándonos en alianzas estratégicas y nuevas tecnologías.

#### **Política de calidad**

Promover por la satisfacción de las necesidades y expectativas de nuestros clientes tanto internos como externos mediante la fabricación, comercialización y ventas de productos siendo estos el vidrio estructural y automotriz de alta calidad y el cumplimiento de los términos pactados, para lo cual contamos con un talento humano competente, proveedores confiables, buscando el mejoramiento continuo y garantizando la rentabilidad de la organización.

#### **Objetivos de calidad**

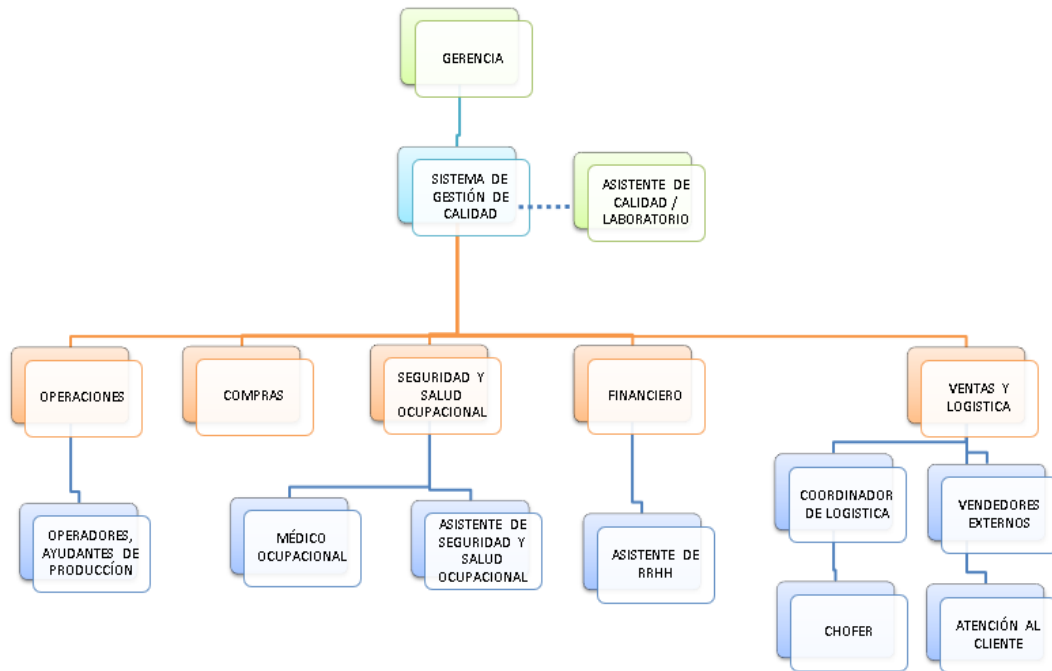
Seguvid presenta acertados objetivos de calidad lo cual posibilita a la empresa brindar un producto final de calidad.

- Satisfacción de los clientes
- Participación de mercado
- Reducción de desperdicios
- Maximizar la rentabilidad

### Estructura organizacional

Al contar con una idónea estructura organizacional como se señala en la Figura 2, la empresa se enfoca en el cumplimiento de los objetivos establecidos, de antemano se resalta el personal altamente capacitado y con aptitud de liderazgo. En este se ejecuta las funciones por parte de cada uno de los trabajadores, de tal forma que constituye un pilar fundamental para el crecimiento de la empresa. En la siguiente figura se visualiza la estructura organizacional de la empresa “Seguvid”.

**Figura 2**  
*Organigrama “Seguvid”*



Fuente: Seguvid (2021)

### Aspectos legales

La empresa Seguvid para continuar con el desarrollo de sus operaciones es regulada por ciertas entidades públicas que se señala a continuación:

**a. Ministerio de trabajo**

Dicha institución regula con el Código de Trabajo que contiene distintos artículos y reformas que deben acatar distintas instituciones públicas o privadas. Por lo tanto, se menciona el Art. 42 Obligaciones del empleador, ya que la empresa Seguvid tiene 30 empleados que requieren de los diferentes beneficios que por ley les corresponde.

**b. Ministerio de medio ambiente**

La empresa se direcciona a lo que determina el Código Orgánico del Ambiente a través del Art. 238 Responsabilidad del generador. Debido a que, toda persona natural o jurídica como generador de residuos y desechos peligros y especiales, es responsable de su eliminación y disposición final.

**c. Servicio de Rentas Internas**

Seguvid al pertenecer a una persona natural obligada a llevar contabilidad se rige a Ley de Régimen Tributario Interno, factura con tarifa 12% por tal razón cumple lo dispuesto en el Art. 65.- La tarifa del impuesto al valor agregado del 12% y a su vez en el Art. 67.- Declaración del impuesto de manera mensual.

**d. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social**

El personal que se encuentra bajo relación de dependencia en la empresa se respalda con lo dispuesto por la Ley de Seguridad Social. Por ejemplo, en el Art. 158.- Responsabilidad patronal por riesgos del trabajo, al ser una empresa propensa a accidentes por incorrecta manipulación del vidrio flotado.

**e. Empresa Municipal Cuerpo de Bomberos Ambato**

Para continuar con las operaciones normales de la empresa se requiere obtener el permiso de funcionamiento otorgado por el Empresa Municipal Cuerpo de Bomberos Ambato, a través de una inspección presencial a las instalaciones de la empresa y posterior informe de las novedades.

#### **f. Municipio de Ambato**

La empresa de forma anual debe pagar las patentes por la actividad que realiza, en cuanto a la fabricación de vidrio plano-curvo. De igual manera, por medio de dicha institución pública se realiza trámites para obtener el permiso de uso de suelo.

#### **Aspectos de operación**

##### **g. Línea Automotriz**

En lo que respecta a los productos a ofertar se destaca en primera instancia la línea arquitectónica, ya que los vidrios de autobús o vehículo presentan ciertas características especiales. Por tal razón, se oferta en vidrio templado que presenta excelentes ventajas, ya que en el caso de rotura los fragmentos resultan inofensivos por ser muy pequeños y a su vez presentan una excelente durabilidad (Seguvid, 2021).

##### **h. Línea Arquitectónica**

En segunda instancia se encuentra la línea arquitectónica que se utiliza como material de construcción. Por ser transparente elimina la tradicional vista de entre muros, ya que el vidrio de la misma forma es utilizado para separaciones interiores. El vidrio empleado en edificaciones puede ser plano o curvo, esto depende del diseño que se quiera alcanzar (Seguvid, 2021).

#### **Proceso de transformación del vidrio**

En la empresa Seguvid (2021) se maneja 8 áreas para el desarrollo de las actividades las cuales se enlistan a continuación:

##### **1. Área de almacenamiento de materia prima**

La entidad tiene un amplio espacio físico (Figura 3), en el cual se almacena la materia prima, con ayuda de caballetes para ubicar las planchas de vidrio flotado de diferentes colores y espesores.

**Figura 3**

*Área de almacenamiento de materia prima*



*Fuente: Seguvid (2021)*

## **2. Área de corte**

En dicha área (Figura 4) se efectúa los trazados sobre la plancha de vidrio para luego realizar los cortes de acuerdo a las dimensiones solicitadas por el cliente. A continuación, el operario utiliza un cortador de diamante y regla de corte. Las actividades que ejecuta se especifican a continuación:

- a. Verificar orden de producción y etiqueta
- b. Transportar la plancha de vidrio a la mesa de corte
- c. Trazar el vidrio y verificar la medida
- d. Cortar el vidrio
- e. Colocar el vidrio cortado en el caballete y trasladar al área de pulido



#### **Figura 4**

##### *Área de corte*



*Fuente:* Seguvid (2021)

### **3. Área de pulido**

En esta área (Figura 5) el proceso es semiautomático porque la máquina de pulido (rectilínea) lo realiza a los cuatro lados del vidrio, con el fin de evitar los filos cortantes.

A continuación, se puntualizan las actividades:

- a. Colocar el vidrio cortado en la entrada de la máquina de pulido
- b. Maquinado del primer pulido de los filos del vidrio
- c. Colocar el vidrio cortado en la entrada de la máquina de pulido
- d. Maquinado del segundo pulido de los filos del vidrio
- e. Colocar el vidrio cortado en la entrada de la máquina de pulido
- f. Maquinado del tercer pulido de los filos del vidrio
- g. Colocar el vidrio cortado en la entrada de la máquina de pulido
- h. Maquinado del cuarto pulido de los filos del vidrio
- i. Trasportar el vidrio al área de perforado

**Figura 5**

*Área de pulido*



*Fuente:* Seguvid (2021)

#### **4. Área de perforado**

En lo que respecta al área de perforado (Figura 6) se conforma por 2 procesos, en primer lugar, está el trazado que radica en dibujar las perforaciones o entalles sobre el vidrio conforme al diseño del cliente. En segundo lugar, se procede con el perforado el cual se realiza con ayuda de la máquina perforadora. Las actividades que ejecuta se especifican a continuación:

- a. Verificar las ordenes de producción
- b. Colocar el vidrio en la mesa destinada al trazado de perforaciones
- c. El operador procede a señalar la ubicación de los perforados y entalles
- d. Durante el proceso de perforado el operador realiza una inspección visual observando que no haya imperfecciones en el diámetro de la perforación o entalle
- e. Una vez perforado el vidrio se envía a la lavadora, y se almacena en los caballetes para su posterior proceso

**Figura 6**

*Área de perforado*



*Fuente: Seguvid (2021)*

## **5. Área de lavado**

En cuanto al proceso de lavado (Figura 7), es semiautomático, es decir se realiza por medio de la maquina lavadora, debido a que el operario sólo se involucra en ubicar el vidrio sobre la mesa de la máquina. A continuación, se describe las actividades:

- a. Transportar el vidrio del caballete y situarlo en la mesa de ingreso de la máquina de lavado
- b. El operario debe supervisar a la máquina que realiza el lavado del vidrio
- c. Movilizar el vidrio desde la mesa de salida de la máquina de lavado hacia el caballete del área de templado o del área de serigrafía

**Figura 7**

*Área de lavado*



*Fuente:* Seguvid (2021)

## **6. Área de serigrafía**

En lo que respecta al proceso de grabado de la pintura (serigrafía) como se indica en la Figura 8 consiste en imprimir o pintar el material, petrificarle en la superficie del vidrio según en el patrón diseñado para dar forma. A continuación, se menciona las actividades:

- a. Se transporta el caballete de vidrio destino a la mencionada área
- b. Realizar la limpieza del área antes de proceder a pintar
- c. Verificar ordenes de producción
- d. Se coloca la cinta masking y la protección con el papel
- e. El operador procede a la preparación de la pintura a utilizar
- f. Se coloca el vidrio en la mesa
- g. Una vez que está pintado el vidrio se traslada al área del horno para que se pueda secar
- h. Una vez que esta seca la pintura el operador procede a retirar la cinta masking y el papel tomando precauciones para evitar daño en la serigrafía
- i. El operador del horno realiza la limpieza final retirando toda partícula de pintura de pintura y polvo antes de enviarlo al proceso de templado

**Figura 8**

*Área de serigrafía*



*Fuente: Seguvid (2021)*

## **7. Área de templado**

Esta área (Figura 9) es el final del proceso de templado de vidrio, se lo realiza de forma semiautomática debido a que para la carga del vidrio a la mesa del horno de templado requiere la intervención del operario, las actividades realizadas se detallan a continuación:

- a. Transportar el vidrio del caballete y colocarlo en la mesa de carga del horno de templado
- b. Verificar las ordenes de producción
- c. El operador verifica la colocación del sello de calidad INEN
- d. Una vez que el vidrio ha sido templado el operador verifica que cumpla con el pandeo
- e. El operador coloca las etiquetas de acuerdo a la orden de producción.
- f. Colocar corchos en las esquinas del vidrio templado
- g. Ubicar el vidrio en los caballetes
- h. Trasladar al área de almacenamiento para la entrega a los clientes

**Figura 9**

*Área de templado*



*Fuente: Seguvid (2021)*

## **8. Área de almacenamiento de productos terminados**

En dicha área (Figura 10) se ubica el producto terminado en caballetes, hasta cuando el cliente se acerque a retirar vidrio.

**Figura 10**

*Área de almacenamiento de productos terminados*

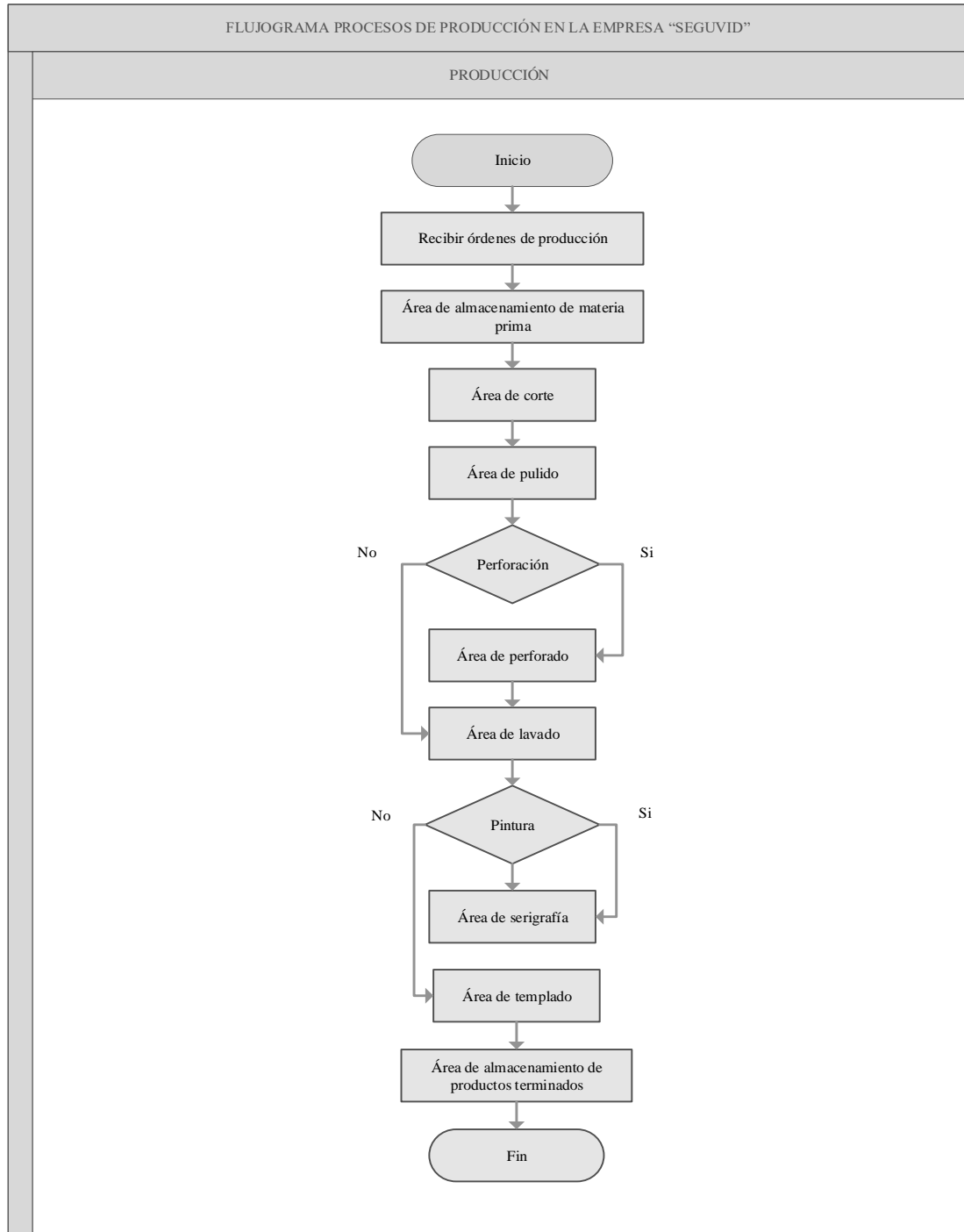


*Fuente: Seguvid (2021)*

A continuación, se muestra en la Figura 11 las diversas áreas que se existen dentro de la empresa Seguid hasta la obtención del producto final.

**Figura 11**

*Flujograma procesos de producción en la empresa “Seguid”*



*Elaborado por: Moreno (2021)*

### ***1.1.2. Descripción del entorno***

En el transcurso de las visitas preliminares realizadas a la empresa “Seguvid” se encontró un inadecuado manejo al momento de gestionar la compra de materia prima, ya que se realiza una adquisición de inventario que sobrepasa la cantidad necesaria para cubrir las órdenes de producción. En este sentido, al no realizar un control de inventario de materia prima apropiado en la entidad, es complicado saber cuánto se debe invertir en un determinado ciclo contable. Además, se evidencia inconvenientes de almacenamiento al mantener de forma innecesaria materia prima en bodega para realizar las órdenes de producción. En síntesis, aquel problema genera un alto costo por ser un capital estático por un período incierto. Por tal razón el presente proyecto integrador se centra en aplicar un modelo de optimización que facilite la gestión de inventarios.

Por otro lado, el inadecuado control de inventarios que realiza la empresa ha causado exceso de materia prima o a su vez escasez, generando retraso en la entrega del producto terminado a los clientes. Además, para la organización poseer excesivas cantidades de materia prima para la producción ocasiona problemas de espacio físico en bodega. En definitiva, es necesario establecer un equilibrio entre el riesgo de mantener una específica cantidad de materia prima en bodega y el costo de sostenimiento del mismo en el aspecto financiero, ya que estos factores inciden en la generación de utilidades.

Por consiguiente, un modelo de optimización de inventarios de materia prima permitirá mejorar el abastecimiento de stock, ya que al aplicar un modelo de control de inventarios mediante el apoyo de un software, el cual es capaz de aportar en la adecuada gestión en bodega será de gran ayuda en la empresa (Díaz de las Casas, 2013). Por tal razón, Ponsot & Márquez (2000) ejecutó un sistema computarizado enfocado en el inventario de materia prima, el cual necesita una base de datos con el objetivo de resolver un problema de programación lineal. Los resultados mostrarán las unidades a almacenar, con el propósito de realizar un plan de abastecimiento para la empresa.



### ***1.1.3. Justificación***

#### **Justificación teórica**

La presente investigación se basa en el estudio de la teoría y de diferentes conceptos de contabilidad y auditoría, con el fin de mejorar las condiciones internas presentes en el área de inventario de materia prima de la empresa Seguvid. En este sentido, a causa de problemas en la gestión del inventario es necesario mapear los posibles riesgos relacionados a dicha área con el fin de abordar sistemáticamente un adecuado control (Sales, Guimarães, Veiga, El-Aouar, & Pereira, 2020).

En efecto el inventario forma parte del activo en el balance de una organización, por ende los costos dados por inventarios son un rubro que se señala en el estado de resultados (Bayas & Martínez, 2017). Por tal motivo, los gerentes se enfocan en ejecutar decisiones certeras en la forma de administrar los inventarios (Cardona, Orejuela, & Rojas, 2018). En definitiva, obtener un manejo apropiado en el área de inventarios es un problema difícil para varios gerentes.

Además la ausencia de control permanente en el área de inventarios de materia prima, ocasiona que la administración desconozca la rotación de los inventarios (García & Rodríguez, 2016). Por lo tanto, la segregación de funciones es indispensable en una entidad, dado que en ocasiones el personal no cumple todas las actividades debido a la sobrecarga laboral (Sierra, Andrade, Manzano, & Lomas, 2019). En otras palabras, es necesario examinar la función de logística conjuntamente con la gestión de inventarios (Sales et al., 2020).

Asimismo, se hace énfasis en el cierre del ciclo contable o económico por medio del cual se obtiene el estado de resultados que puede mostrar una pérdida o una utilidad. Por tal motivo, para efectos prácticos se denomina neta, la cual es resultante después de descontar de los ingresos obtenidos por la empresa, todos los costos, gastos y tributos respectivos (Ríos, 2018). Por lo tanto, para los socios o propietarios es primordial tener conocimiento acerca del monto efectivo de utilidades del ente económico (Barrera, 2018).

En definitiva, la aplicación de un modelo de optimización sobre la adquisición de materia prima para el proceso de producción se considera una herramienta esencial. Porque el gerente puede generar una gran ventaja frente a la competencia y a su vez puede maximizar sus utilidades (Ortiz & Caicedo, 2014). Un modelo de optimización cuenta con una función objetivo, la misma pretende optimizar y de igual forma se considera una serie de expresiones matemáticas que representan las restricciones que deberán satisfacerse. Además, se menciona la importancia acerca de la toma de decisiones certeras sobre el reabastecimiento de materia prima (Chen & Chao, 2020).

### **Justificación práctica**

En la presente investigación se realizará una exhaustiva evaluación con respecto a la gestión de inventario de materia prima y de igual manera su rotación que tendrá gran influencia en la utilidad contable de la empresa Seguid. Los resultados alcanzados se pondrán en conocimiento del propietario de la entidad. En primer lugar, se debe verificar si el personal que ejecuta la función control de inventarios respeta las políticas establecidas. Se reitera que los datos para el trabajo se obtendrán en su totalidad, ya que para llevar a cabo el estudio se cuenta con la absoluta apertura de la organización.

El proyecto tendrá como soporte los conocimientos que abarca el área de Contabilidad, considerando que se verificará el control del inventario físico mediante las matrices que utiliza la empresa. De la misma forma, se analizará la estructura del estado de resultados haciendo énfasis en la utilidad. Asimismo, utilizar conceptos de administración es esencial con respecto al ámbito de logística, debido a que su objetivo es la gestión de las operaciones relacionadas con el flujo de materias primas, productos en proceso y productos terminados.

En primera instancia, el primer beneficiario del estudio es el propietario de la empresa Seguid, debido a que se revisará si en el área de inventarios se emplea una excelente gestión, caso contrario deberá tomar medidas para mejorar el control. En segunda instancia, los beneficiarios son los empleados a cargo de la salida y entrada en bodega. Porque si existe puntos importantes que fueron pasados por alto con respecto a las

políticas de control, se procurará cumplir dichos aspectos para contar con una información confiable.

El estudio es de suma importancia debido a que se conseguirán resultados significativos para varios investigadores en el área de Contabilidad, Administración e Investigación de operaciones. Porque se va a tratar un área que al presentar una inadecuada gestión ocasiona varios problemas a la empresa, por tal razón se trabajará con un modelo matemático. En este sentido el modelo de optimización permitirá gestionar de manera óptima los inventarios, buscando minimizar los costos y maximizar las utilidades.

#### ***1.1.4. Objetivos***

##### **Objetivos General**

Aplicar un modelo de optimización de materia prima en la gestión de inventarios para el incremento de la utilidad de la empresa Seguvid.

##### **Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la gestión de inventarios de materia prima de la empresa Seguvid.
- Analizar la utilidad de la empresa Seguvid a través del estado de resultados de los períodos 2019-2020.
- Describir el modelo de optimización de inventario para el control de inventarios de materia prima.

## **1.2. Revisión de la literatura**

### ***1.2.1. Gestión de inventarios de materia prima***

La gestión de inventarios es una función compleja a causa de las diversas incertidumbres que rodean su entorno, ya que si hay seguridad sobre el futuro acerca de la cantidad de inventarios que se debe mantener, se puede establecer inequívocamente para cubrir necesidades futuras (O. Peña & Silva, 2016). Evidentemente, el inventario es la conexión entre la producción y las ventas, dado que las industrias mantienen materia prima en sus bodegas, lo que representa una notable inversión de recursos financieros (García & Rodríguez, 2016).

De igual forma, se debe mencionar la baja rotación de inventarios de materia prima que afecta directamente a los resultados de la empresa, ya que se mantiene amortizado un valor monetario significativo dentro de inversión en activos (Sierra et al., 2019). En síntesis, mantener dicho inventario en óptimas condiciones permite a las industrias ser competitivas en el mercado, es primordial realizar un buen control en el proceso logístico del inventario (Cardona et al., 2018).

De hecho, la gestión de inventarios se asocia a la actividad de abastecimiento, producción y distribución de igual manera se enfoca el manejo de productos terminados, es decir desde su fabricación hasta la entrega al consumidor (Veloz & Parada, 2017). En consecuencia, esto permite que las empresas sean más competitivas y controlen mejor sus costes lo cual les ayudará en el posicionamiento en mercado.

### ***1.2.2. Importancia de la gestión de inventarios***

Si la empresa lleva una adecuada gestión de inventarios se evita el sobreabastecimiento de materia prima. En efecto, dicha situación representa un gran valor monetarios para la entidad, por tal razón se debe realizar cálculos para determinar lo que se ha utilizado del inventario (Dueñas, González, Orjuela, & Tiboche, 2019). En la Tabla N°1 se visualiza la importancia de la gestión de inventarios cuya información fue tomada de Jacobs & Chase (2014).

**Tabla 1**

*Importancia de la gestión de inventarios*

<b><i>Criterio</i></b>	<b><i>Explicación</i></b>
<b><i>1. Ayuda a cubrir la variación en la demanda</i></b>	Tener el conocimiento acerca de la demanda exacta de un producto, talvez se lo puede producir en cantidades exactas para satisfacer la demanda.
<b><i>2. Protege contra la variación del tiempo de entrega de materias primas</i></b>	Al pedir materias primas a un proveedor, las demoras ocurren por escasez de material en la fábrica del proveedor que resulta en un retraso.
<b><i>3. Beneficiarse de descuentos basados en el tamaño del pedido</i></b>	Cuanto mayor sea la demanda, menor será la demanda de otro pedido. Además, costos de envío preferenciales para pedidos más grandes, cuanto mayor sea el envío, menor será el precio unitario.

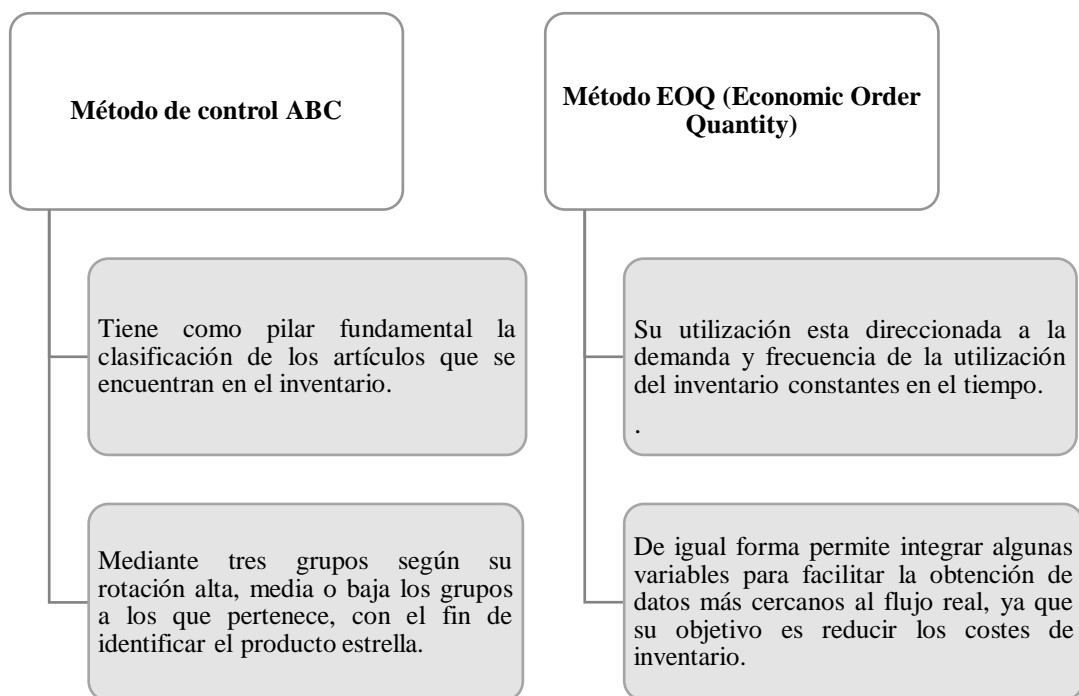
*Elaborado por: Moreno (2021)*

### 1.2.3. Métodos para controlar los inventarios

Se resalta dos métodos considerados adecuados y a su vez son los más utilizados en las empresas, ya que es importante asegurar la demanda de la materia prima dentro de producción para cubrir la necesidad de abastecimiento (Bayas & Martínez, 2017). A continuación, la Figura 12 indica dos Métodos para controlar los inventarios en la empresa según Causado (2015).

**Figura 12**

*Métodos para controlar los inventarios*



*Elaborado por: Moreno (2021)*

### 1.2.4. Tipos de inventarios

Sin duda contar con un óptimo control de inventarios de materia prima, productos en proceso y productos terminados en el caso de empresas del sector industrial permitirá obtener una mejor rentabilidad, dicho esto indispensable conocer los tipos de inventarios puede llegar a manejar una empresa (García & Rodríguez, 2016). En la Tabla N°2 se señala los tipos de inventarios posibles dentro de una organización.

**Tabla 2***Tipos de inventarios*

<b>Tipo</b>	<b>Concepto</b>
<i>Inventario Perpetuo</i>	Se efectúa un continuo control de las exigencias en bodega.
<i>Intermitentes</i>	Se lo realiza varias veces al año.
<i>Final</i>	Se lleva a cabo al finalizar del ejercicio económico.
<i>Inicial</i>	Se efectúa al dar comienzo de las operaciones.
<i>Físico</i>	Es el inventario Real.
<i>Productos Terminados</i>	Se centra en las diversas mercancías.
<i>Tránsito</i>	Son empleados para mantener las operaciones.
<i>Materia Prima</i>	Son existencias de los insumos para producción.
<i>En Procesos</i>	Se adquieren a medida que se aumenta mano de obra.
<i>Consignación</i>	Es la mercancía que se entrega para ser vendida con título de propiedad.
<i>Inventario Mínimo</i>	Es la cantidad mínima del inventario en bodega.
<i>Disponible</i>	Está a disposición para la venta con productos terminados.
<i>Inventario en Línea</i>	Espera a ser procesado en la línea de producción.

*Fuente:* Bayas & Martínez (2017)

### **1.2.5. Costos de inventario**

Se requiere enmarcar el objetivo que persigue el costo de inventario dentro de la entidad, ya que se refiere a determinar la cantidad de materia prima necesaria para cubrir las órdenes de producción y a su vez el costo que incurre la entidad al mantener el inventario estático en bodega (Sinisterra, 2011). Por tal razón, se menciona a continuación tres costos pertinentes:

#### **a. Costo de materia prima adquirida**

Se refiere al valor del producto que se paga al proveedor por la mercancía recibida, el respaldo de la transacción realizada es la factura en la cual se puede incluir otros costos adicionales tales como el transporte y a los estibadores (Rincón & Villareal, 2014).

#### **b. Costo de mantener el inventario**

Se asocia a la manera de guardar o llevar el inventario durante el transcurso del tiempo, en dicho costo de inventario se añade algunos costos correspondientes al

almacenamiento tales como depreciación, seguros, entre otros (Heizer & Render, 2009). En la Tabla 3 se visualiza varios costos para determinar los costos de mantener inventario.

$$CA = \frac{Q}{2} \times T \times P \times I \quad (1)$$

Simbología:

Q = Cantidad de materia prima en existencia en el período requerido

T = Tiempo de almacenamiento en bodega

P = Precio unitario del artículo

I = Tasa de almacenamiento expresada en porcentaje por artículo

Asimismo, se requiere conocer el costo de almacenamiento cuyo cálculo se ejecuta en base a la fórmula 1, ya que determina el costo de mantener inventario (Heizer & Render, 2009).

**Tabla 3**

*Determinación de los costos de mantener inventarios*

Categoría	Costo (y rango) como porcentaje del valor del inventario
Costos de edificio (renta o depreciación del edificio, costos de operación, impuestos, seguros)	(3–10%)
Costo por manejo de materiales (renta o depreciación del equipo, energía, costo de operación)	(1–3.5%)
Costo por mano de obra (recepción, almacenamiento, seguridad)	(3–5%)
Costo de inversión (costos de préstamos, impuestos y seguros del inventario)	(6–24%)
Robo, daño y obsolescencia (mucho más en industrias de cambio rápido como las computadoras personales y los teléfonos celulares)	(2–5%)
Costos globales por manejo	$\Sigma$

**Nota:** Todas las cifras son aproximadas, puesto que varían en forma considerable según la naturaleza del negocio, su ubicación y las tasas de interés vigentes. Cualquier costo de mantener el inventario menor al 15% es dudoso, porque los costos anuales de mantener el inventario a menudo se acercan al 40% del valor del inventario y aún más en industrias de alta tecnología y moda.

*Fuente:* Heizer & Render (2009)

### **c. Costo por falta de inventario**

Tiene su origen en la demanda debido a que las existencias se agotan en inventario, lo cual produce problemas por no satisfacer los pedidos de los clientes, lo que representa ventas perdidas afectando al margen de utilidad de las ventas (Ballou, 2004).

#### ***1.2.6. Teoría de la organización basada en la investigación de operaciones***

El presente proyecto integrador se basa en la Teoría de la Organización en el apartado de Investigación de Operaciones, porque dicha teoría se centra en la aplicación de métodos, técnicas e instrumentos científicos (Dantzig, 1963). Por tal razón, se hace énfasis en la programación lineal dado que es una de las técnicas cuantitativas más reconocida que la investigación de operaciones trata como ciencia (Rosete, 2018). Por lo cual es importante comprender los aspectos relevantes y antecedentes que enmarca este método de optimización.

#### ***1.2.7. Factor estacional en la demanda***

Se define como un índice capaz de dar a conocer un estimado de ventas en un promedio anual, mensual, semanal o diario, dicho factor estacional es necesario aplicar en el pronóstico de demanda, debido a que permite obtener un pronóstico más preciso y cercano a la realidad (Krajewski & Ritzman, 2000).

#### ***1.2.8. Pronóstico de la demanda***

En lo que respecta a los pronósticos se considera de suma importancia, debido a que permita realizar una estimación en cuanto a la demanda de un bien hasta lograr conocer la demanda real. Dicho esto, es indispensable que las empresas pronostiquen la materia prima que se utiliza en producción para evitar el exceso o escases del mismo, con el objetivo de tomar adecuadas decisiones para la entidad (Krajewski & Ritzman, 2008). Por consiguiente, efectuar un óptimo pronóstico por medio del método de regresión lineal aplicando las fórmulas 2 y 3.

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (2)$$



$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n} \quad (3)$$

Simbología:

b = Pendiente

a = Intersección

x = Valores que representan a los meses de cada año

y = Valores de producción en cada uno de los meses de cada año

La fórmula 4 calcula los valores del pronóstico en la cual se reemplaza los valores resultantes de las ecuaciones anteriormente mostradas (Krajewski & Ritzman, 2008).

$$y = a + bx \quad (4)$$

### **1.2.9. Modelo de optimización**

Es el estudio de modelos matemáticos que implica la asignación eficiente de recursos limitados en actividades conocidas, con el fin de lograr las metas deseadas (L. Peña & Rodríguez, 2018). No existe una metodología específica sobre cómo modelar un problema matemáticamente, por lo que una forma bastante simple y general de simplificar el proceso de modelado según Hillier & Lieberman (2006), Taha (2012) es la siguiente:

#### **1. Establecer las variables de decisión**

Es ineludible reconocer la funcionalidad que cumplen las variables de decisión, al ser elementos por medio del cual se quiere alcanzar el objetivo establecido. En concreto, dichas variables se reconocen con cada actividad en la que se descompone el problema de estudio, convencionalmente se indican las variables con:  $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ .

#### **2. Definir de la función objetivo**

Con respecto a la realización de la función objetivo se considera que en la misma se incluirá las variables de decisión, a pesar de que el coeficiente relacionado a las mismas sea cero o a su vez sea negativo. Debido a que el principal objetivo de un problema de Programación lineal (PL) radica en maximizar utilidades o minimizar los costos. En

este sentido la PL al ser un método cuantitativo únicamente posibilita optimizar un objetivo de la empresa.

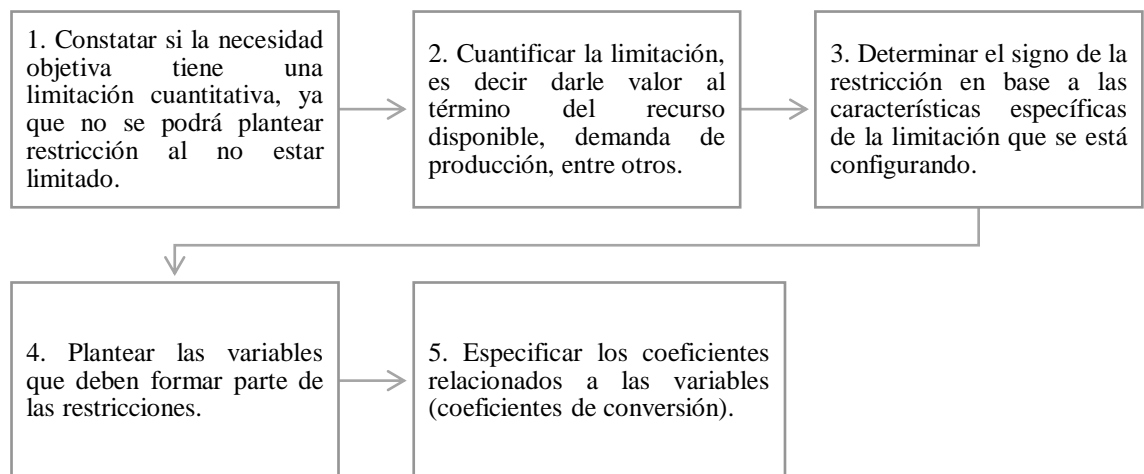
$$\text{Maximizar } z = f x ; \text{ Minimizar } z = f x , \dots\dots\dots (5)$$

### 3. Construir las restricciones

Para el procedimiento, acerca de la construcción del sistema de restricciones según Hillier & Lieberman (2006) es propicio ejecutar los siguientes pasos:

**Figura 13**

*Construir las restricciones*



*Elaborado por: Moreno (2021)*

### 4. Proponer la condición de no negatividad

Las variables definidas por la lógica no deben tomar valores negativos, es decir, se realice o no una actividad económica, en consecuencia, debe mostrar un valor positivo.

#### 1.2.10. Utilidad

En efecto, las empresas determinan la ganancia que obtuvieron en el ciclo contable, mediante la realización del Estado de resultados, en el cual se evidencia la evaluación de la utilidad que se ejecuta de la siguiente forma según Emery, Finnerty & Stowe (2015):

### **a. Utilidad bruta**

Parte de la diferencia entre los ingresos de la empresa y el costo de los bienes vendidos o el costo de producción, esto incluye restar los ingresos generados, y todos los gastos incurridos durante el desarrollo de nuestros productos, y para determinar esto, solo se deduce de las ventas los costos directos e indirectos incurridos durante el proceso de producción como se observa en la fórmula 6.

$$Utilidad\ bruta = Ventas\ netas - Costo\ de\ ventas\ o\ costos\ de\ producción \quad (6)$$

### **b. Utilidad operativa**

Determinar el margen de utilidad actúa como una métrica financiera que permite visualizar qué tan eficiente ha sido la empresa durante un determinado período de tiempo. Es decir, si el equipo de ventas tiene la habilidad de generar los ingresos necesarios para el normal funcionamiento del negocio. Para calcular, se resta la utilidad bruta de todos los costos asociados con la operación del negocio, como los gastos de administración y las ventas como se demuestra en la fórmula 7.

$$Utilidad\ operativa = Utilidad\ bruta - Gastos\ operativos \quad (7)$$

### **c. Utilidad neta**

Está destinada a representar el desempeño general de la empresa en relación con la explotación de sus recursos, y también es el resultado de tarifas e impuestos más bajos sobre la financiación del período de utilidad. Es decir, el resultado final se considera ingreso menos todos los costos. Los ingresos de esta transacción se utilizan para calcular el beneficio para cada accionista de la empresa como se evidencia en la fórmula 8.

$$Utilidad\ neta = Utilidad\ operativa - (Gastos\ financieros + impuestos) \quad (8)$$

### **1.2.11. Análisis financiero**

Es indispensable conocer la situación económica del negocio según Toro (2014), el análisis financiero se fundamenta en una evaluación de la viabilidad, estabilidad y

rentabilidad de la empresa. Existen diferentes tipos de análisis que permiten obtener informes a través de los estados financieros, como es el caso del análisis horizontal.

### **Análisis horizontal**

Consiste en realizar un análisis dinámico al comparar dos o más años ejercicios contables por medio de los estados financieros, al calcular la variación absoluta y relativa que ha sufrido en cada cuenta contable durante un período consecutivo, en base a dicha tendencia se evalúa la situación financiera de la entidad, las fórmulas 9 y 10 representan la variación para aplicar el análisis (Toro, 2014).

$$\text{Variación absoluta} = \text{Periodo 2} - \text{Periodo 1} \quad (9)$$

$$\text{Variación relativa} = \text{Periodo 2} / \text{Periodo 1} \quad (10)$$

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### **2.1. Descripción de la metodología**

##### ***2.1.1. Nivel de investigación***

El nivel de investigación es aplicada, la cual se enfoca en la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas que persiste en el sector productivo (Lozada, 2014). En virtud de lo mencionado, el presente proyecto es de nivel aplicativo ya que se centra en la aplicación de conocimientos adquiridos durante la formación académica, ya que es necesario dar una solución práctica al problema existente en la empresa, con el objetivo de mejorar la gestión de inventarios en la empresa Seguvid.

##### ***2.1.2. Tipo de investigación***

En el presente estudio el tipo o modalidad de investigación es de campo, el cual radica en la recolección de datos de primera mano de la realidad en donde suceden los hechos, sin manipular las variables (Gómez, 2006). En virtud de ello, se realiza visitas continuas a la planta de producción con el propósito de obtener datos confiables y actuales mediante la ficha de observación, además de cierta documentación proporcionada por la empresa que permitan desarrollar la propuesta planteada.

##### ***2.1.3. Unidad de análisis***

En la empresa “Seguvid” perteneciente a una persona natural obligada a llevar contabilidad, comenzó a presentar inconvenientes con respecto a la gestión de inventarios. A su vez esto se reflejó de manera directa en la utilidad obtenida en el Estado de Resultados, porque se evidenció una disminución considerable al comparar con el anterior año. Dicho problema se ha intentado sobresanar mediante implementación de políticas de control en el área de inventarios, pero no se ha logrado mejorar la situación.

Evidentemente, lo que se mencionó anteriormente tuvo su origen en primer lugar por el alto volumen de compras generado para el inventario de materia prima. Porque, mantener una excesiva cantidad de materia prima en almacenaje, causa una disfuncionalidad del inventario general. En virtud de la existencia de artículos que poseen un valor monetario alto, ocasionando que no se pueda mantener el stock idóneo de otros más necesarios para el ciclo de producción. Asimismo, a la larga incrementa los costos financieros debido a que la inversión permanece en almacén sin crear flujo de efectivo ni rendimientos.

En segundo lugar, en ocasiones existía desabastecimiento de materia prima lo cual afectaba a las ventas de la empresa, ya que al no contar con los insumos necesarios para cumplir con las ordenes de producción solicitadas por los clientes. Se empezó a perder valiosos clientes en vista que, para realizar la orden de producción era necesario gestionar la compra de materia prima, la cual se adquiere de importadores ubicados en la zona costera del país. Por tal razón, se perdía tiempo en la realización del pedido ocasionando que el cliente decida suspender su orden y acudir a la competencia.

#### ***2.1.4. Fuentes y técnicas de recolección de información***

##### **Fuentes de información primaria**

En el presente proyecto se utiliza fuentes primarias porque la información se obtiene de bases de datos facilitados por la empresa, tales como estados de pérdidas y ganancias, producción anual, ventas, inventario de materia prima. Información que fue organizada para su fácil interpretación a través de fichas de observación indicadas en la Tabla 4, 5 y 6.

Del mismo modo, será de gran apoyo para la revisión del estado de resultados con respecto a la utilidad de la empresa. En base a lo examinado se aplicará un modelo adecuado para gestión de inventarios, con el propósito de obtener una proyección adecuada del stock en físico. A continuación, se indica las fichas de observación que facilita la recopilación de datos requeridos para el desarrollo del proyecto integrador durante el período 2019 - 2020, siendo estos los dos años de los cuales se obtendrá la valiosa información.

**Tabla 4***Ficha de observación – Stock de materia prima*

<b>CÓDIGO</b>	<b>COLOR</b>	<b>ESPEJOR</b>	<b>ANCHO</b>	<b>LARGO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>INV. INICIAL</b>	<b>COMPRAS NETAS</b>	<b>INV. FINAL</b>	<b>CANTIDAD ANUAL</b>	<b>VALOR ANUAL</b>	<b>COSTO ANUAL</b>
---------------	--------------	----------------	--------------	--------------	---------------	-------------------------	--------------------------	-----------------------	---------------------------	------------------------	------------------------

*Elaborado por: Moreno (2021)***Tabla 5***Ficha de observación – Producción por línea en m2*

<b>AÑO</b>	<b>PERÍODO</b>	<b>MES</b>	<b>LINEA ESTRUCTURAL (m2)</b>	<b>LINEA AUTOMOTRIZ (m2)</b>	<b>TOTAL MES (m2)</b>
------------	----------------	------------	-----------------------------------	----------------------------------	---------------------------

*Elaborado por: Moreno (2021)***Tabla 6***Ficha de observación – Estado de resultados período 2019 - 2020*

<b>CUENTA</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>VARIACIÓN ABSOLUTA</b>	<b>VARIACIÓN RELATIVA</b>
---------------	-------------	-------------	---------------------------	---------------------------

*Elaborado por: Moreno (2021)*

### 2.1.5. Fases del desarrollo

En lo que concierne a las fases que implica el desarrollo del proyecto integrador se menciona lo siguiente:

**Tabla 7**

*Fases de desarrollo*

N.º	Fases de desarrollo
a.	Descripción de la situación actual de la empresa Seguvid
b.	Realización del Análisis horizontal aplicado a los Estados de Resultados 2019-2020
c.	Explicación de la gestión actual del inventario de materia prima en bodega
d.	Recopilación de datos históricos de la materia prima
e.	Elaboración del análisis ABC
f.	Obtención del pronóstico de demanda con factores estacionales
g.	Realización del cálculo de los costos en relación con el inventario
h.	Establecimiento de la capacidad de producción
g.	Aplicación el modelo de optimización para la adecuada gestión de inventarios de materia prima
h.	Interpretación de los resultados

*Elaborado por: Moreno (2021)*

### 2.1.6. Procesamiento de la información

En lo que respecta al procesamiento de información que se ha predestinado para el desarrollo del presente proyecto integrador, se sigue el tratamiento de datos que se señala continuación:

#### 1. Verificación la información compilada

Los datos que se recopilan será de varias matrices que maneja la empresa, dicho esto la información es de suma confianza y veracidad.

#### 2. Análisis de los datos mediante gráficos estadísticos

En cuanto a la interpretación de la información obtenida mediante las fichas de observación, es necesario realizar gráficos estadísticos que indican la evolución que



ha tenido al realizar una comparación entre períodos de tiempo, o a su vez determinar la proporcionalidad de los datos en cuanto a su valor monetario.

### 3. Aplicación del modelo de optimización para dar solución al problema encontrado en la empresa

Para aplicar el modelo planteado por Ponsot & Márquez (2000) enfocado en la optimización de inventario de materia prima se presenta a continuación los siguientes pasos:

#### a. Definir de las variables de decisión

En la figura 14 se visualiza las variables de decisión enfocadas a lograr el objetivo que se necesita alcanzar.

**Figura 14**

*Variables de decisión*

Variable 1: $X_i$	• Número de unidades producidas en el período
Variable 2: $Y_i$	• Número de unidades en inventario al final del período
Variable 3: $Z_i$	• Número de unidades no satisfechas en el período

*Fuente:* Ponsot & Márquez (2000)

#### b. Definir la función objetivo

La función objetivo para optimizar el inventario de materias primas, se indica a continuación:

$$C = C_1 \sum_{i=1}^k X_i + C_2 \sum_{i=1}^k Y_i + C_3 \sum_{i=1}^k Z_i \quad (11)$$

#### c. Definir el sistema de restricciones

En la Tabla 7 se indica tres restricciones con su respectiva formulación, que forman parte del modelo destinado a utilizar en el proyecto integrador.

**Tabla 8***Sistema de restricciones*

<b>Restricción</b>	<b>Formulación</b>
<i>Nivel de inventario</i>	$y_i - \sum_{j=1}^i x_j - z_i = y_0 - \sum_{j=1}^i d_j$ (12) $i = 1, \dots, k$
<i>Capacidad de producción</i>	$x \leq L$ (13)
<i>Unidades faltantes en inventario</i>	$z_k = 0$ (14) $i = 1, \dots, k$

*Fuente: Ponsot & Márquez (2000)***d. Síntesis de la formulación**

En base a lo descrito anteriormente Ponsot & Márquez (2000) formuló el siguiente modelo:

$$\text{mín: } C = C_1 \sum_{i=1}^k X_i + C_2 \sum_{i=1}^k Y_i + C_3 \sum_{i=1}^k Z_i$$

Sujeto a:

$$y_i - \sum_{j=1}^i x_j - z_i = y_0 - \sum_{j=1}^i d_j$$

$$x \leq L$$

$$z_k = 0$$

$$x_i, y_i, z_i \geq 0$$

Para comprender de manera adecuada todas las variables que intervienen en el modelo de optimización del inventario de materia prima con su respectiva descripción, se indica la Tabla 8 seguidamente.

**Tabla 9***Variables que intervienen en el modelo de optimización*

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
<b>k</b>	Número de períodos: cantidad de períodos en que se divide el horizonte de planeación para el cual se ejecuta el modelo, en este modelo $k = 12$ .
<b><math>x_i</math></b>	Número de unidades producidas en el $i$ -ésimo período, $i = 1, \dots, k$ .
<b><math>y_i</math></b>	Número de unidades en inventario al final del $i$ -ésimo período, $i = 1, \dots, k$ .
<b><math>z_i</math></b>	Número de unidades no satisfechas en el $i$ -ésimo período, $i = 1, \dots, k$ .
<b><math>d_i</math></b>	Número de unidades demandadas del producto en el $i$ -ésimo período, $i = 1, \dots, k$ .
<b><math>y_0</math></b>	Nivel del inventario inicial del producto (al inicio del período 1).
<b>L</b>	Límite de la capacidad productiva. Número máximo de unidades del producto que pueden ser producidas en un período cualquiera.
<b><math>C_1</math></b>	Costo unitario del producto.
<b><math>C_2</math></b>	Costo unitario de mantener.
<b><math>C_3</math></b>	Costo unitario de escasez.

*Fuente:* Ponsot & Márquez (2000)**e. Procesamiento a través del software Lingo**

Para la aplicación del modelo de optimización del inventario de materia prima se apoya en un software de programación lineal. Dicha herramienta de optimización se llama Lingo, la cual es utilizada para resolver problemas de programación lineal (Aldás, Vásquez, Perrazo, & Sánchez 2018).

En base, a lo expuesto este software tiene funciones y operadores lógicos que permiten solucionar un plan de requerimiento de insumos para el inventario que se describen en la Tabla 9 a continuación:

**Tabla 10***Funciones y operadores lógicos de Lingo*

Lingo	Descripción
<b>Funciones</b>	
<i>MODEL</i>	Inicia un modelo en la interfaz
<i>END</i>	Termina un modelo en la interfaz
<i>TITLE</i>	Título del modelo
<i>SETS</i>	Determina una sección en un modelo
<i>ENDSETS</i>	Determina una sección en un modelo
<i>DATA</i>	Declara los elementos de un conjunto
<i>ENDDATA</i>	Declara los elementos de un conjunto
<i>MAX</i>	Función objetivo
<i>MIN</i>	Función objetivo
<i>@FOR</i>	Repite una tarea para todo i
<i>@SUM</i>	Suma una expresión para todo i
<i>@OLE</i>	Extrae los datos desde Excel
<i>!</i>	Se utiliza al comenzar el comentario
<b>Operadores lógicos</b>	
<i>#EQ#</i>	Igual
<i>#NE#</i>	No igual
<i>#GE#</i>	Mayor o igual
<i>#GT#</i>	Mayor
<i>#LT#</i>	Menor
<i>#LE#</i>	Menor o igual
<i>#AND#</i>	Y
<i>#OR#</i>	O
<i>#NOT#</i>	No

*Fuente: Sánchez (2015)***f. Análisis e interpretación de los resultados**

Una vez obtenida la resolución dado por el programa Lingo se procede con la interpretación a través de tablas y gráficos, de igual manera con una breve explicación.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO**

#### **3.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa Seguvid**

En lo que concierne al desarrollo del presente proyecto integrador ayuda a gestionar de una adecuada forma el inventario y como consecuencia mejorar el nivel económico de la empresa, por medio de la aplicación de un modelo de optimización de inventarios de materia prima, y el control del stock de los artículos buscando proveer al cliente un producto de excelente calidad y con entregas a tiempo.

En primer lugar, es necesario analizar la situación económica de la empresa, mediante la realización de un análisis horizontal del Estado de Pérdidas y Ganancias del período 2019-2020. En segundo lugar, se requiere recabar información para obtener las variables necesarias que se aplicará en el modelo de optimización de inventario de materia prima.

##### ***3.1.1. Análisis horizontal aplicado a los estados de resultados 2019-2020***

En lo que respecta, a los cambios monetarios que ha presentado la empresa durante los últimos años, se observa un claro decremento en su utilidad por la inadecuada gestión. Y a su vez por factores externos al tomar como referencia la cuarentena obligatoria por la pandemia mundial, ocasionada por la enfermedad Covid-19 que afectó directamente a las ventas de la entidad.

Para el siguiente estudio, se ha tomado en cuenta los períodos 2019-2020 para llevar a cabo el análisis horizontal al Estado de Pérdidas y Ganancias como se visualiza en la Tabla 11, lo cual permitirá relacionar sus cuentas para determinar sus variaciones. Entonces, una vez obtenida la información necesaria se completa la ficha previamente establecida. Para obtener la variación absoluta se resta el valor del 2020 para el valor del 2019 y en cuanto a la variación relativa se divide el resultado de la variación absoluta entre el valor del 2019.

**Tabla 11***Análisis horizontal aplicado a los Estados de Resultados 2019-2020*

<b>ESPIN ORTIZ RAÚL MARCELO</b>				
<b>SEGUVID</b>				
<b>ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS</b>				
CUENTA	2019	2020	VARIACIÓN ABSOLUTA	VARIACIÓN RELATIVA
INGRESOS	1.126.753,56	976.107,75	-150.645,81	-13,37%
VENTAS GRAVADAS 12%	1.126.753,56	976.107,75	-150.645,81	-13,37%
<b>COSTO DE PRODUCCION</b>	<b>935.673,38</b>	<b>824.488,29</b>	<b>-111.185,09</b>	<b>-11,88%</b>
<i>MATERIALES DIRECTOS</i>	559.606,39	498.526,18	-61.080,21	-10,91%
(+) INVENTARIO INICIAL DE MATERIA PRIMA	406.727,28	103.407,36	-303.319,92	-74,58%
(+) COMPRA MATERIAS PRIMAS	129.865,31	406.633,54	276.768,23	213,12%
(+) FLETE EN COMPRAS	25.013,80	10.025,45	-14.988,35	-59,92%
(=) COMPRAS BRUTAS	561.606,39	520.066,35	-41.540,04	-7,40%
(-) DESUENTO EN COMPRAS	-	-	0,00	
(=) COMPRAS NETAS	561.606,39	520.066,35	-41.540,04	-7,40%
(=) MATERIAS PRIMAS DIPONIBLE PARA EL USO	561.606,39	520.066,35	-41.540,04	-7,40%
(-) INVENTARIO FINAL DE MATERIA PRIMA	2.000,00	21.540,17	19.540,17	977,01%
<b>TOTAL MATERIA PRIMA UTILIZADA</b>	<b>559.606,39</b>	<b>498.526,18</b>	<b>-61.080,21</b>	<b>-10,91%</b>
<i>MANO DE OBRA DIRECTA</i>	240.503,51	205.437,12	-35.066,39	-14,58%
SALARIOS	188.920,24	182.650,44	-6.269,80	-3,32%
BENEFICIOS SOCIALES	51.583,27	22.786,68	-28.796,59	-55,83%
REMUNERACIONES ADICIONALES	-	-	0,00	
<b>TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA</b>	<b>240.503,51</b>	<b>205.437,12</b>	<b>-35.066,39</b>	<b>-14,58%</b>
<i>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION</i>	135.563,48	120.524,99	-15.038,49	-11,09%
(+) SUMINISTROS Y MATERIALES	68.656,28	60.799,56	-7.856,72	-11,44%
(+) COMPRA SUMINISTROS Y MATERIALES	-	-	0,00	
(=) DISPONIBLE SUMINISTROS Y MATERIALES	68.656,28	60.799,56	-7.856,72	-11,44%
(-) INVENTARIO FINAL SUMINISTROS Y MATERIALES	-	-	0,00	
(=) SUMINISTROS Y MATERIALES	68.656,28	60.799,56	-7.856,72	-11,44%
(+) OTROS COSTOS DE FABRICA	64.049,15	60.456,56	-3.592,59	-5,61%
(+) ENERGIA ELECTRICA	33.488,75	29.899,57	-3.589,18	-10,72%
(-) DEPRECIACION ACTIVOS FIJOS	30.630,70	30.630,70	0,00	0,00%
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION</b>	<b>135.563,48</b>	<b>120.524,99</b>	<b>-15.038,49</b>	<b>-11,09%</b>
(=) COSTOS DE PRODUCCION	935.673,38	824.488,29	-111.185,09	-11,88%
(+) INVENTARIO INICIAL DE PRODUCTOS EN PROCESO	0,00	0,00	0,00	
(=) PRODUCCION DISPONIBLE	935.673,38	824.488,29	-111.185,09	-11,88%
(-) INVENTARIO FINAL DE PRODUCTOS EN PROCESO	-	-	0,00	
(=) COSTO DE ARTICULOS TERMINADOS	935.673,38	824.488,29	-111.185,09	-11,88%
(+) INVENTARIO INICIAL DE PRODUCTOS TERMINADOS	-	-	0,00	
(=) DIPONIBLE PARA LA VENTA	935.673,38	824.488,29	-111.185,09	-11,88%
(-) INVENTARIO FINAL DE PRODUCTOS TERMINADOS	2.000,00	5.000,00	3.000,00	150,00%
(=) COSTO DE PRODUCTOS VENDIDOS	933.673,38	819.488,29	-114.185,09	-12,23%
<b>UTILIDAD BRUTA</b>	<b>193.080,18</b>	<b>156.619,46</b>	<b>-36.460,72</b>	<b>-18,88%</b>
<i>GASTOS OPERACIONALES</i>	11.411,53	5.270,53	-6.141,00	-53,81%
(+) GASTO ADMINISTRATIVO	-	5.270,53	5.270,53	0,00%
(+) GASTO INTERES	11.411,53	-	-11.411,53	-100,00%
<b>UTILIDAD DEL EJERCICIO</b>	<b>181.668,65</b>	<b>151.348,93</b>	<b>-30.319,72</b>	<b>-16,69%</b>

*Elaborado por: Moreno (2021)*

Al comparar los Ingresos del 2019 con el 2020 se evidencia un decremento de \$150.645,81 y de acuerdo a su porcentaje posee una variación relativa del 13,37%, por lo cual se expresa el impacto que tuvo la pandemia, pues ocasionó que las ventas presenten un valor menor en comparación con el año anterior provocando incertidumbre para la entidad.

En lo que respecta a la Utilidad del ejercicio antes de Impuestos ha generado un decremento de \$30.319,72 que produce una variación relativa de 16.69 % entre los dos

años de análisis, por lo cual se manifiesta que el proceder de la entidad y diversos factores externos provocó la evidente disminución de utilidades para la entidad.

### ***3.1.2. Gestión actual del inventario de materia prima en bodega***

En primera instancia, es necesario analizar el inventario en una ficha que contenga los datos más relevantes de la materia prima. Por consiguiente, en el Anexo 1 se visualiza un listado de la materia prima y sus características que se maneja en bodega, en base a la descripción, unidad de medida, inventario inicial, compras netas, inventario final, cantidad anual, costo unitario y el costo expresado en dólares.

Para el cálculo de la cantidad anual de cada artículo se necesitó el inventario inicial y las compras netas del año 2019, mientras que para el inventario final son las existencias al final del año 2019, mediante la fórmula 15 aplicada al artículo lámina de vidrio flotado con código AC0621403300.

$$Cantidad\ anual = inv\ inicial + Compras\ netas - inv\ final \quad (15)$$

$$Cantidad\ anual_{AC0621403300} = 21.19\ m^2 + 197.74\ m^2 - 98.87\ m^2$$

$$Cantidad\ anual_{AC0621403300} = 120.05\ m^2$$

Posteriormente, se procede a calcular el costo anual del artículo multiplicando la cantidad anual y el costo unitario como se indica en la fórmula 16:

$$Costo\ anual = cantidad\ anual \times Costo\ unitario \quad (16)$$

$$Costo\ anual_{AC0621403300} = 120.05\ m^2 \times 17.03\ \frac{\$}{m^2}$$

$$Costo\ anual_{AC0621403300} = \$ 2,044.59$$

### 3.1.3. Análisis ABC

Con la finalidad de conocer los artículos que se utilizan en la producción en mayor cantidad se realiza el análisis ABC, el cual se divide en tres clases tomando como referencia el volumen anual en inversión. Heizer & Render (2009) menciona que existen artículos de clase A por tener un alto volumen anual en inversión, pueden constituir el 15% de todo el inventario, a pesar de representar alrededor de 80% del total en dinero invertido. De igual manera, los artículos de clase B tienen un volumen anual intermedio, representan casi el 30% de todo el inventario y cerca de un 25% del valor total. Finalmente, los artículos de clase C tienen un bajo volumen anual, representan sólo un 5% del volumen y aproximadamente el 55% del inventario.

#### Clasificación ABC de artículos de materia prima

El primer paso para la clasificación ABC se toma información del inventario de materia prima expresada en el Anexo 1, posteriormente se ordena los artículos de mayor a menor en base al costo anual. A continuación, se calcula el porcentaje de inversión aplicada al artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600 mediante la relación entre el costo anual y el costo anual total en la fórmula 17.

$$\%inversión = \frac{\text{Costo anual artículo}}{\text{Costo anual total}} \quad (17)$$

$$\%inversión_{CL1026003600} = \frac{88,374.50}{369,412.81}$$

$$\%inversión_{CL1026003600} = 23.92\%$$

Después se calcula el porcentaje acumulado para cada artículo en base a la suma del porcentaje de inversión anterior más el porcentaje de inversión de ese artículo como se indica en la fórmula 18.

$$\%inversión\ acumulado = \%inversión\ anterior + \%inversión\ artículo \quad (18)$$

$$\%inversión\ acumulado_{CL1024403660} = 23.92\% + 15.13\%$$



$$\%inversión\ acumulado_{CL1026003600} = 39.05\%$$

En la Tabla 12 se indica el cálculo realizado a todos los artículos que conforman el inventario de materia prima de la empresa.

**Tabla 12**

*Clasificación ABC de los artículos de materia prima*

CÓDIGO	COLOR	ESPESOR	CANTIDAD ANUAL (m <sup>2</sup> )	VALOR ANUAL (\$/m <sup>2</sup> )	COSTO ANUAL (\$/año)	% INVERSIÓN	% INVERSIÓN ACUMULADO	CATEGORIA
CL1026003600	CLARO	10mm.	6.364,80	16,80	106.930,00	28,05%	28,05%	A
CL1024403660	CLARO	10mm.	3.286,39	14,94	49.083,84	12,88%	40,93%	A
CL0826003600	CLARO	8mm.	4.314,96	11,78	50.834,47	13,34%	54,27%	A
CL0824403660	CLARO	8mm.	3.331,04	13,57	45.203,87	11,86%	66,13%	A
CL0624403660	CLARO	6mm.	3.911,52	8,25	32.263,08	8,46%	74,59%	A
CL0422003300	CLARO	4mm.	3.470,28	5,84	20.276,76	5,32%	79,91%	A
GR1021403660	GRIS	10mm.	430,78	21,20	9.132,75	2,40%	82,31%	B
CL0624003300	CLARO	6mm.	625,68	11,35	7.102,10	1,86%	84,17%	B
CL0621403210	CLARO	6mm.	467,12	13,70	6.398,12	1,68%	85,85%	B
GR0421403300	GRIS	4mm.	663,83	9,00	5.973,70	1,57%	87,42%	B
GR0622003600	GRIS	6mm.	403,92	11,60	4.686,39	1,23%	88,65%	B
BR0621403300	BRONCE	6mm.	459,03	9,48	4.350,45	1,14%	89,79%	B
DG0421403660	DARK GRAY	4mm.	509,11	8,13	4.138,55	1,09%	90,87%	B
CL0821403300	CLARO	8mm.	233,05	12,58	2.931,72	0,77%	91,64%	B
VA0621403300	VERDE	6mm.	268,36	10,24	2.747,40	0,72%	92,36%	B
CL1022003300	CLARO	10mm.	181,50	14,54	2.638,50	0,69%	93,05%	B
CL0622003300	CLARO	6mm.	326,70	7,63	2.491,20	0,65%	93,71%	B
CL0621403300	CLARO	6mm.	282,48	7,59	2.142,80	0,56%	94,27%	B
CL1021403660	CLARO	10mm.	164,48	12,81	2.107,14	0,55%	94,82%	B
AC0621403300	ACIDO	6mm.	120,05	17,03	2.044,59	0,54%	95,36%	B
CL1221403660	CLARO	12mm.	101,82	18,73	1.907,10	0,50%	95,86%	B
CL0821403300	CLARO	8mm.	183,61	10,15	1.862,90	0,49%	96,35%	C
DG0621403660	DARK GRAY	6mm.	234,97	7,28	1.710,00	0,45%	96,80%	C
BR1024403300	BRONCE	10mm.	80,52	18,80	1.514,10	0,40%	97,19%	C
BR0421403300	BRONCE	4mm.	197,74	7,35	1.452,92	0,38%	97,58%	C
DG0421403210	DARK GRAY	4mm.	171,74	7,58	1.301,25	0,34%	97,92%	C
CL1021403660	CLARO	10mm.	109,65	11,68	1.280,86	0,34%	98,25%	C
AC1021403660	ACIDO	10mm.	39,16	21,26	832,45	0,22%	98,47%	C
VA0421403300	VERDE	4mm.	112,99	6,90	779,52	0,20%	98,68%	C
CL1921403300	CLARO	19mm.	21,19	36,11	765,00	0,20%	98,88%	C
DG0521403300	DARK GRAY	5mm.	63,56	10,68	679,05	0,18%	99,05%	C
CL0821403300	CLARO	8mm.	63,56	10,50	667,35	0,18%	99,23%	C
GR0622003300	GRIS	6mm.	65,34	10,15	662,94	0,17%	99,40%	C
VA0621403660	VERDE	6mm.	62,66	9,73	609,52	0,16%	99,56%	C
BR0821403300	BRONCE	8mm.	35,31	15,81	558,10	0,15%	99,71%	C
CL1022003600	CLARO	10mm.	39,60	12,63	500,20	0,13%	99,84%	C
BR0521403300	BRONCE	5mm.	63,56	7,05	447,84	0,12%	99,96%	C
DG0621403300	DARK GRAY	6mm.	14,12	11,14	157,40	0,04%	100,00%	C
TOTAL					381.165,93	100,00%		

*Elaborado por:* Moreno (2021)

Se muestra la clara existencia de materia prima con un valor unitario alto a diferencia de otros, asimismo se presenta el caso de otros artículos que muestran un alto volumen de compra anual. A partir del análisis ABC de la Tabla 12 se evidencia en la Tabla 13 tres categorías empezando por la clase A con un porcentaje hasta del 80%, la clase B con un 15% y la clase C con el 5% del costo anual.

De igual manera se plasma los porcentajes de artículos en el inventario, de inversión y de los costos de cada categoría. En los artículos de clase A alcanzan el 15,79% del

inventario anual y el mayor porcentaje del costo total, a diferencia de clase B y C que tenían una menor participación.

**Tabla 13**

*Resumen clasificación ABC de artículos de materia prima*

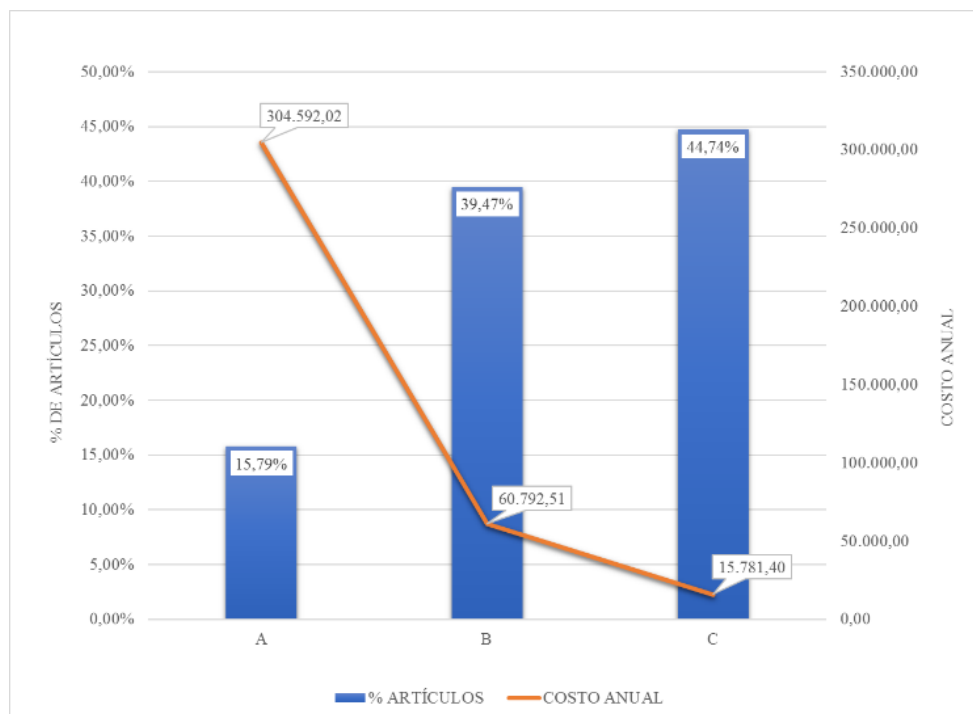
CATEGORIA	%	N° ARTÍCULOS	% ARTÍCULOS	% ARTÍCULOS ACUMULADOS	% INVERSIÓN	COSTO ANUAL
A	0-80%	6	15,79%	15,79%	79,91%	304.592,02
B	81-95%	15	39,47%	55,26%	15,95%	60.792,51
C	96-100%	17	44,74%	100,00%	4,14%	15.781,40
<b>TOTAL</b>		<b>38</b>	<b>100%</b>		<b>100%</b>	<b>381.165,93</b>

*Elaborado por: Moreno (2021)*

Es necesario visualizar el análisis ABC de forma gráfica, en base al inventario de materia prima y el costo anual de cada clase como se ilustra en la Figura 15.

**Figura 15**

*Clasificación ABC del inventario de materia prima*



*Elaborado por: Moreno (2021)*

Evidentemente, se puede notar la elevada inversión monetaria en los artículos de la clase A, por tal razón los cálculos y análisis que se van realizar se enfocarán en dicha

clase, por ser una parte crucial del stock que maneja la empresa para continuar con los procesos de producción.

### 3.1.4. Análisis de la demanda

Para el análisis de la demanda será primordial contar con datos históricos de las ventas de los dos últimos años. Una vez obtenida dicha información se procederá a completar las fichas para conocer la cantidad de m<sup>2</sup> que se vendió, ya que es importante evidenciar la evolución de las ventas de cada año. De igual manera dichos datos ayudarán a predecir las futuras ventas, mediante la realización de un pronóstico de ventas que básicamente es una estimación cercana a la realidad. Por lo tanto, se recopiló datos de las ventas en m<sup>2</sup> del período 2019 a 2020 como se indica en la Tabla 14, clasificadas en función a las líneas de productos ofertados al público.

**Tabla 14**

*Ventas mensuales en m<sup>2</sup> del período 2019 a 2020*

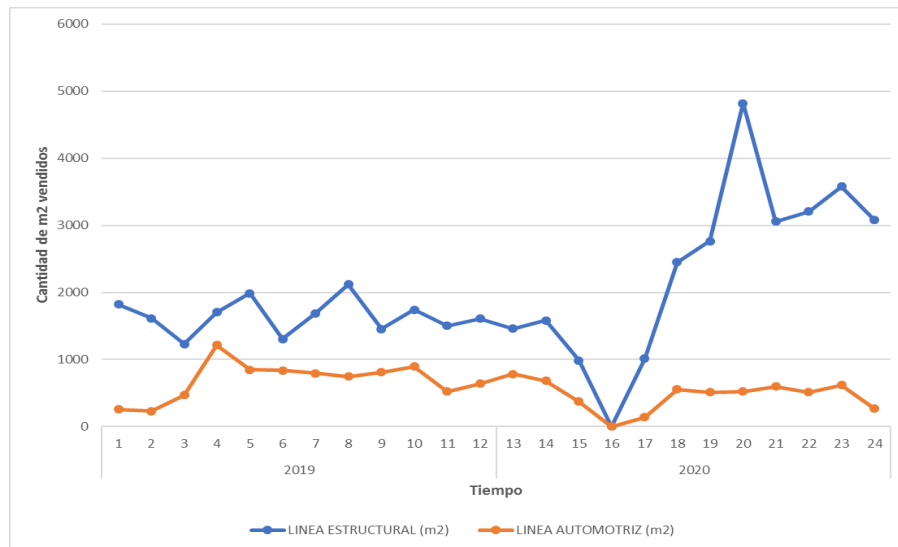
PERÍODO	MES	LINEA ESTRUCTURAL (m <sup>2</sup> )	LINEA AUTOMOTRIZ (m <sup>2</sup> )	TOTAL MES (m <sup>2</sup> )
1	Enero	1823,36	257,15	2080,51
2	Febrero	1616,43	228,70	1845,13
3	Marzo	1232,59	472,30	1704,89
4	Abril	1702,52	1217,24	2919,76
5	Mayo	1988,15	848,74	2836,89
6	Junio	1304,81	835,33	2140,14
7	Julio	1688,16	792,88	2481,04
8	Agosto	2119,69	745,68	2865,37
9	Septiembre	1454,24	810,32	2264,56
10	Octubre	1741,75	898,02	2639,77
11	Noviembre	1500,90	523,73	2024,63
12	Diciembre	1610,85	638,50	2249,35
13	Enero	1459,49	782,83	2242,32
14	Febrero	1582,43	683,48	2265,91
15	Marzo	986,86	374,24	1361,10
16	Abril	0,00	0,00	0,00
17	Mayo	1012,97	139,66	1152,63
18	Junio	2452,96	557,30	3010,26
19	Julio	2765,97	512,01	3277,98
20	Agosto	4820,04	522,69	5342,73
21	Septiembre	3058,40	599,56	3657,96
22	Octubre	3208,84	510,97	3719,81
23	Noviembre	3579,08	620,34	4199,42
24	Diciembre	3077,57	267,26	3344,83

*Elaborado por: Moreno (2021)*

Tomando en consideración los datos de la Tabla 14 se realiza un análisis de forma gráfica como se señala en la Figura 16, la cual indica el comportamiento de la demanda de los m<sup>2</sup> vendidos en función a las líneas de producción durante el período considerado para el estudio.

**Figura 16**

*Análisis de la venta en m<sup>2</sup>*



*Elaborado por:* Moreno (2021)

Se evidencia el crecimiento que ha tenido la empresa en las ventas de la línea estructural por el excelente posicionamiento que está teniendo en el mercado, mientras que en la línea automotriz se ha mantenido en un ritmo normal sin alcanzar un elevado incremento en las ventas. En relación a la variación que presenta el gráfico en cada línea de producción se manifiesta un patrón de demanda factible para utilizar un índice estacional para después realizar un ajuste en el pronóstico de regresión lineal.

### 3.1.5. *Pronóstico de ventas*

Para la aplicación del modelo de optimización es necesario efectuar un pronóstico de la demanda en la empresa, ya que permitirá establecer la cantidad adecuada de abastecimiento de inventario en base a la demanda esperada por el cliente. Después de analizar las ventas del año 2019-2020 se va a considerar la línea estructural por ser la más demandada, de igual manera se elige el método de pronóstico a emplear en base a los datos de la Tabla 14.

A continuación, se suma los valores de las ventas para obtener un total, después se obtiene un promedio para cada año. Consecutivamente, en la fórmula 19 se divide la cantidad de m<sup>2</sup> vendidos de cada mes entre el promedio para conseguir el factor estacional mensual para cada año. Dicho cálculo de igual manera se aplica para las ventas del año 2020 y se obtiene el factor estacional promedio como se evidencia en la fórmula 19.

$$FE1_1 = \frac{\text{Ventas 2019 enero}}{\text{Ventas 2019 promedio}} \quad (19)$$

$$FE1_1 = \frac{1.823,36}{1.648,62}$$

$$FE1_1 = 1.11$$

**Tabla 15**

*Cálculo de factores estacionales para la Línea estructural*

MES	VENTAS 1 2019 (m <sup>2</sup> )	VENTAS 2 2020 (m <sup>2</sup> )	FE1	FE2	FACTOR ESTACIONAL PROMEDIO
1	1.823,36	1.459,49	1,11	0,63	0,87
2	1.616,43	1.582,43	0,98	0,68	0,83
3	1.232,59	986,86	0,75	0,42	0,59
4	1.702,52	0,00	1,03	0,00	0,52
5	1.988,15	1.012,97	1,21	0,43	0,82
6	1.304,81	2.452,96	0,79	1,05	0,92
7	1.688,16	2.765,97	1,02	1,19	1,10
8	2.119,69	4.820,04	1,29	2,07	1,68
9	1.454,24	3.058,40	0,88	1,31	1,10
10	1.741,75	3.208,84	1,06	1,37	1,22
11	1.500,90	3.579,08	0,91	1,53	1,22
12	1.610,85	3.077,57	0,98	1,32	1,15
<b>TOTAL</b>	19.783,45	28.004,60			
<b>PROMEDIO</b>	1.648,62	2.333,72			

*Elaborado por: Moreno (2021)*

Se elimina el efecto estacional de los datos al dividir las ventas 2019 por cada mes entre el factor estacional mensual respectivo, se sigue el mismo tratamiento para las ventas 2020, dicho procedimiento se llama descuento de las variaciones de temporada de la demanda y se muestra en la Tabla 16.

**Tabla 16***Descuento de las variaciones de temporada de las ventas para la Línea estructural*

MES	AÑO	
	2019	2020
1	1.648,62	1.685,92
2	1.949,21	1.908,21
3	2.106,06	1.686,19
4	3.297,24	-
5	2.424,56	1.235,32
6	1.416,31	2.662,57
7	1.528,30	2.504,04
8	1.265,06	2.876,67
9	1.326,48	2.789,72
10	1.432,67	2.639,41
11	1.228,21	2.928,83
12	1.403,28	2.681,01

*Elaborado por: Moreno (2021)*

Se realiza la recta de regresión por mínimos cuadrados para los datos con descuento de variaciones de temporada como se señala en la Tabla 17.

**Tabla 17***Análisis de regresión para datos con descuentos de temporada para la Línea estructural*

AÑO	X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X*Y
2019	1	1.648,62	1	2.717.949,83	1.648,62
	2	1.949,21	4	3.799.427,99	3.898,42
	3	2.106,06	9	4.435.471,34	6.318,17
	4	3.297,24	16	10.871.799,31	13.188,96
	5	2.424,56	25	5.878.510,57	12.122,82
	6	1.416,31	36	2.005.928,03	8.497,85
	7	1.528,30	49	2.335.687,13	10.698,07
	8	1.265,06	64	1.600.381,03	10.120,49
	9	1.326,48	81	1.759.560,23	11.938,36
	10	1.432,67	100	2.052.534,95	14.326,67
	11	1.228,21	121	1.508.509,51	13.510,35
	12	1.403,28	144	1.969.201,89	16.839,39
2020	13	1.685,92	169	2.842.335,60	21.917,00
	14	1.908,21	196	3.641.274,57	26.714,97
	15	1.686,19	225	2.843.240,46	25.292,87
	16	-	256	-	-
	17	1.235,32	289	1.526.026,85	21.000,52
	18	2.662,57	324	7.089.273,41	47.926,24
	19	2.504,04	361	6.270.236,64	47.576,84
	20	2.876,67	400	8.275.210,98	57.533,33
	21	2.789,72	441	7.782.535,36	58.584,11
	22	2.639,41	484	6.966.493,48	58.067,05
	23	2.928,83	529	8.578.025,84	67.363,01
	24	2.681,01	576	7.187.798,93	64.344,17
<b>TOTAL</b>	<b>300,00</b>	<b>46.623,90</b>	<b>4.900,00</b>	<b>103.937.413,92</b>	<b>619.428,29</b>

*Elaborado por: Moreno (2021)*

Una vez obtenido los datos necesarios como se observa en la Tabla 17 se va a reemplazar los valores en las ecuaciones 2 y 3 para encontrar la pendiente y la intersección respectivamente como se muestra en seguida:

$$b = \frac{(24 * 848.425,07) - (300 * 61800,904)}{(24 * 4900) - (4900)^2}$$

$$b = 66,0119713 \text{ pendiente}$$

$$a = \frac{61800,904 - (66,0119713 * 300)}{24}$$

$$a = 1749,888025 \text{ intersección}$$

Seguidamente se reemplaza los valores resultantes en la ecuación 3 para encontrar la recta de la tendencia Y, como se representa a continuación:

$$y = a + bx$$

$$y = 1749,888025 + (66,0119713x)$$

Se necesita pronosticar los meses 25 a 36 para obtener la recta de la regresión por medio de la resolución de la ecuación para Y en cada mes se presenta un ejemplo:

$$y_{25} = 1749,888025 + (66,0119713 * 25)$$

$$y_{25} = 3400.19 \text{ m}^2$$

Posteriormente se aplica el mismo modo de cálculo descrito para los demás meses como se muestra en la Tabla 18 el pronóstico de ventas para el año 2021.

**Tabla 18***Pronóstico de regresión con ajuste estacional para la Línea estructural período 2021*

AÑO	MES	X	DATOS DESESTACIONALIZADOS	FACTOR DE ESTACIONALIDAD	VENTAS 2021 (m <sup>2</sup> )
2021	Enero	25	2.340,81	0,87	2.026,42
	Febrero	26	2.372,66	0,83	1.967,59
	Marzo	27	2.404,51	0,59	1.407,27
	Abril	28	2.436,36	0,52	1.258,01
	Mayo	29	2.468,22	0,82	2.023,95
	Junio	30	2.500,07	0,92	2.303,25
	Julio	31	2.531,92	1,10	2.796,76
	Agosto	32	2.563,77	1,68	4.295,76
	Septiembre	33	2.595,62	1,10	2.845,61
	Octubre	34	2.627,48	1,22	3.194,33
	Noviembre	35	2.659,33	1,22	3.249,75
	Diciembre	36	2.691,18	1,15	3.089,25

*Elaborado por: Moreno (2021)***3.1.6. Consumo de materia prima**

A razón de los resultados arrojados de la clasificación ABC se trabajará con seis artículos esenciales que forman parte del inventario, ya que se posicionaron en la clase A. Por tal motivo, se va a determinar el consumo de los mismos durante el proceso de producción del período 2020. En la Tabla 19 se observa el factor de consumo anual necesario para cada artículo considerado esencial, para comprender el cálculo realizado refiérase al Anexo 2.

**Tabla 19***Factor de consumo de materia prima de los artículos esenciales*

MES	CL10 2600x3600	CL10 2440x3660	CL08 2600x3600	CL08 2440x3660	CL06 2140x3210	CL04 2200x3300
Enero	0.21391	0.12025	0.09759	0.11360	0.12671	0.07536
Febrero	0.34535	0.05450	0.23375	0.16083	0.20317	0.10855
Marzo	0.45853	0.09213	0.13568	0.10660	0.21837	0.12687
Abril	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Mayo	0.43211	0.13560	0.20929	0.37076	0.33339	0.12572
Junio	0.19102	0.04873	0.10025	0.23691	0.14523	0.08637
Julio	0.19758	0.14146	0.17480	0.21135	0.10691	0.05493
Agosto	0.09241	0.07719	0.09929	0.13398	0.04418	0.01669
Septiembre	0.18618	0.12780	0.12735	0.21528	0.11953	0.03112
Octubre	0.11799	0.13396	0.16314	0.15249	0.03745	0.06106
Noviembre	0.13668	0.11080	0.09655	0.17521	0.06463	0.06566
Diciembre	0.15356	0.10338	0.17000	0.12549	0.11998	0.07677
<b>TOTAL</b>	<b>2.52531</b>	<b>1.14581</b>	<b>1.60770</b>	<b>2.00250</b>	<b>1.51954</b>	<b>0.82910</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.21044</b>	<b>0.09548</b>	<b>0.13398</b>	<b>0.16688</b>	<b>0.12663</b>	<b>0.06909</b>

*Elaborado por: Moreno (2021)*



### 3.1.7. Pronóstico de materia prima

A partir del factor de consumo por artículo se calculará el pronóstico de materia prima adecuada para el año 2021, al multiplicar la cantidad consumida de cada artículo esencial de la Tabla 19 por el pronóstico de venta en m<sup>2</sup> de cada mes presentado en la Tabla 18. A continuación mediante la fórmula 20 aplicada al artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600:

$$Cantidad_{mensual} = Consumo\ artículo_n \times Cantidad\ pronosticada_{mes} \quad (20)$$

$$Cantidad_{CL1026003600} = 0,16779817 \times 3400,19$$

$$Cantidad_{CL1026003600} = 570,55 \frac{m^2}{mes}$$

Seguidamente se va a reflejar en la Tabla 20 la cantidad de materia prima óptima para cumplir con la demanda pronosticada de la Línea Estructural en el período 2021, considerando el horizonte de planeación año 2020 como referencia para efectuar los cálculos necesarios.

**Tabla 20**

*Pronóstico de la cantidad de materia prima necesaria para el horizonte de planeación 2021 - Línea estructural*

MES	CL10 2600x3600	CL10 2440x3660	CL8 2600x3600	CL8 2440x3660	CL6 2140x3210	CL4 2200x3300
Enero	465,21	211,08	296,17	368,90	279,93	152,74
Febrero	451,71	204,95	287,57	358,19	271,80	148,30
Marzo	323,07	146,59	205,68	256,19	194,40	106,07
Abril	288,81	131,04	183,86	229,01	173,78	94,82
Mayo	464,64	210,82	295,81	368,45	279,59	152,55
Junio	528,77	239,92	336,63	419,30	318,17	173,60
Julio	642,06	291,32	408,76	509,14	386,35	210,80
Agosto	986,19	447,47	627,85	782,02	593,42	323,78
Septiembre	653,28	296,41	415,90	518,03	393,09	214,48
Octubre	733,33	332,74	466,87	581,51	441,26	240,77
Noviembre	746,06	338,51	474,97	591,60	448,92	244,94
Diciembre	709,21	321,79	451,51	562,38	426,75	232,85
<b>TOTAL (m2/año)</b>	<b>6.992,33</b>	<b>3.172,64</b>	<b>4.451,57</b>	<b>5.544,73</b>	<b>4.207,46</b>	<b>2.295,70</b>

Elaborado por: Moreno (2021)

### 3.1.8. Costo de mantener inventario

Para aplicar el modelo de optimización se requiere conocer el costo de mantener inventarios, que se relacionan al valor monetario que implica guardar el inventario por un período de tiempo. Entonces se requiere realizar el cálculo del costo de almacenamiento (CA) reemplazando datos facilitados por la empresa en la ecuación 1.

En lo que respecta a la tasa de almacenamiento cuyo valor es porcentual, ya que se deduce en base a la Tabla 3 que muestra los diferentes costos que debe incurrir la fábrica para continuar con sus operaciones, tales como los seguros, arriendo, servicios básicos, salarios, maquinarias y equipos instalados. Dichos costos de almacenamiento se expresan de forma porcentual y al realizar la sumatoria se obtiene la tasa de almacenamiento como se detalla en la Tabla 21.

**Tabla 21**

*Porcentaje de tasa de almacenamiento*

CATEGORÍA	COSTO EXPRESADO EN PORCENTAJE DEL VALOR DEL INVENTARIO
Costos de edificio (renta o depreciación del edificio, costos de operación, impuestos, seguros)	6%
Costo por manejo de materiales (renta o depreciación del equipo, energía, costo de operación)	3%
Costo por mano de obra (recepción, almacenamiento, seguridad)	3%
Costo de inversión (costos de préstamos, impuestos y seguros del inventario)	10%
Robo, daño y obsolescencia (mucho más en industrias de cambio rápido)	3%
<b>Costos globales por manejo</b>	<b>25%</b>

*Elaborado por: Moreno (2021)*

En la Tabla anterior se determinó la tasa de almacenamiento cuyo resultado fue de 25% en cuanto al costo que implica mantener el inventario en bodega, posteriormente se requiere datos del inventario mensual, con el fin de conocer el costo unitario por mes del período 2020 de los artículos esenciales de la empresa. Entonces como ejemplo en la Tabla 22 se muestra los datos del inventario al final de cada mes y su

costo unitario para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600. Para observar el inventario final y los costos de los demás artículos esenciales refiérase al Anexo 3.

**Tabla 22**

*Inventario al final de cada mes del artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600*

AÑO	MES	EXISTENCIA (m <sup>2</sup> )	COSTO (\$/m <sup>2</sup> )	TOTAL (\$)
2020	Enero	112,32	16,35	1.836,43
	Febrero	140,4	16,40	2.302,56
	Marzo	131,04	16,23	2.126,78
	Abril	93,6	16,35	1.530,36
	Mayo	93,6	16,35	1.530,36
	Junio	112,32	16,24	1.824,08
	Julio	84,24	16,37	1.379,01
	Agosto	140,4	16,46	2.310,98
	Septiembre	93,6	16,79	1.571,54
	Octubre	74,88	16,45	1.231,78
	Noviembre	140,4	16,65	2.337,66
	Diciembre	65,52	16,25	1.064,70

*Elaborado por: Moreno (2021)*

Después de obtener todos los datos para aplicar la ecuación 4 tomando como ejemplo el artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600 en el mes de enero su resolución sería la siguiente:

$$CA_{enero} = \frac{112,32 \text{ m}^2}{2} \times 1 \text{ mes} \times 16,35 \frac{\$}{\text{m}^2} \times 0,25$$

$$CA_{enero} = 229,55 \$$$

Para establecer el costo de mantener de manera unitaria se efectúa una división entre costo de almacenamiento calculado anteriormente con la cantidad del artículo, dicho cálculo se lo va realizado para cada mes tal como se muestra más adelante aplicando la ecuación, para posteriormente poner a la vista en la Tabla 23 los valores obtenidos correspondiente al costo de mantener una unidad de manera mensual.

$$CA_{\text{unitario-enero}} = \frac{229,55 \$}{112,32 m^2}$$

$$CA_{\text{unitario-enero}} = 2,04 \frac{\$}{m^2}$$

**Tabla 23**

*Costo de almacenamiento mensual para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600*

AÑO	MES	CANTIDAD DE MATERIAL (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (MES)	PRECIO UNITARIO (\$/m <sup>2</sup> )	TASA DE ALMACENAMIENTO (%)	COSTO DE ALMACENAMIENTO (\$)	COSTO DE MANTENER UNA UNIDAD (\$/m <sup>2</sup> )
2020	Enero	112,32	1	16,35	25%	229,55	2,04
	Febrero	140,4	1	16,40	25%	287,82	2,05
	Marzo	131,04	1	16,23	25%	265,85	2,03
	Abril	93,6	1	16,35	25%	191,30	2,04
	Mayo	93,6	1	16,35	25%	191,30	2,04
	Junio	112,32	1	16,24	25%	228,01	2,03
	Julio	84,24	1	16,37	25%	172,38	2,05
	Agosto	140,4	1	16,46	25%	288,87	2,06
	Septiembre	93,6	1	16,79	25%	196,44	2,10
	Octubre	74,88	1	16,45	25%	153,97	2,06
	Noviembre	140,4	1	16,65	25%	292,21	2,08
	Diciembre	65,52	1	16,25	25%	133,09	2,03

*Elaborado por:* Moreno (2021)

Para poder observar las demás tablas de cada artículo esencial con sus respectivos costos de mantener en base al análisis anterior aplicado al artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600, refiérase al Anexo 4.

### **3.1.9. Costo de unidades faltantes en inventario**

Se recalca la importancia del costo de unidades faltantes debido a que indica los efectos económicos que surgen al quedarse sin inventario de materia prima para cumplir con las órdenes de producción. Por tal razón, se hace énfasis en los proveedores de confianza con los que cuenta la empresa, ya que se dedican a la importación y comercialización de vidrio flotado a todas las ciudades del Ecuador.

En base a lo mencionado anteriormente se señala como ejemplo a una empresa que se encuentran en la zona costera del país en la ciudad de Guayaquil, la cual oferta láminas de vidrio flotado en un excelente precio porque se compra por cajas, también cuenta con una flota de camiones bien equipados para el transporte de vidrio a otras ciudades, y posee personal experimentado para desembarcar el vidrio de manera segura en el lugar requerido por el cliente.

Por lo general cuando existen unidades faltantes en inventario para cumplir con órdenes de producción de suma urgencia y para contrarrestar esto se decide comprar a proveedores que se encuentran a poca distancia de la empresa las láminas de vidrio necesarias para cumplir con el pedido del cliente en el lapso de tiempo definido. Pero dicha acción ocasiona comprar a un precio más alto al comparar el precio de comprar al por mayor en cajas.

En este sentido en la Tabla 24 se muestra registros facilitados por la empresa, para obtener el costo de unidad faltante a partir de la diferencia entre el costo unitario de artículos comprados por cajas y el costo unitario de artículos comprados por láminas.

**Tabla 24**

*Costo de una unidad faltante en inventario*

DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO (\$/m <sup>2</sup> )	COSTO DE UNIDAD FALTANTE (\$/m <sup>2</sup> )
VIDRIO CLARO FLOTADO 10MM 2600 X 3600	16,84 16,99	0,15
VIDRIO CLARO FLOTADO 10MM 2440 X 3660	14,85 14,99	0,14
VIDRIO CLARO FLOTADO 08MM 2600 X 3600	11,78 11,93	0,15
VIDRIO CLARO FLOTADO 08MM 2440 X 3660	13,62 13,77	0,15
VIDRIO CLARO FLOTADO 06MM 2140 X 3210	8,45 8,60	0,15
VIDRIO CLARO FLOTADO 04MM 2200 X 3300	5,75 5,90	0,15

*Elaborado por: Moreno (2021)*

### ***3.1.10. Capacidad de producción***

Para aplicar el modelo de optimización se necesita conocer la capacidad de producción, es decir saber el máximo nivel de producción que puede alcanzarse diariamente en la planta. Por consiguiente, la empresa facilitó dicha información que se plasma en la Tabla 25.

**Tabla 25***Producción diaria de m<sup>2</sup>*

TIEMPO	PROCESO				
	CORTE	PULIDO	PERFORADO	LAVADO	TEMPLADO
Set up [min]	4	3	4	3	5
Actividad [min]	11,55	17	8	5	5,5
Tiempo de ciclo estimado (h)	0,26	0,33	0,20	0,13	0,18
Produccion estimada (m <sup>2</sup> )	3,19	6,68	1,8	6,68	7,2
Capacidad por hora	12,31	20,04	9,00	50,10	41,14
Hora de trabajo	8	8	8	8	8
Capacidad ideal (m <sup>2</sup> /día)	98,47	160,32	72,00	400,80	329,14
Factor de rendimiento	0,80				
<b>CAPACIDAD APROX. (m<sup>2</sup>/día)</b>	<b>170</b>				

*Fuente:* Seguid (2021)

Entonces una vez determinada la capacidad productiva diaria en m<sup>2</sup> se procede a detallar el número de días laborables durante el período 2021, para después obtener la capacidad productiva mensual (CPM), al multiplicar la capacidad de producción diaria con el número de días laborables de cada mes se toma como ejemplo al artículo lámina de vidrio flotado con código CL10260036 para una mejor ejemplificación se emplea la fórmula 21.

$$CPM_{enero} = 170 \frac{m^2}{día} \times 20 \text{ días} \quad (21)$$

$$CPM_{enero} = 569.56 m^2$$

A continuación, en la Tabla 26 se aplica el cálculo a los demás artículos esenciales para todos los meses del período de planeación 2021.

**Tabla 26***Capacidad de producción en m<sup>2</sup> para la Línea estructural en el período 2021*

AÑO	MES	DÍAS	CL10	CL10	CL08	CL08	CL06	CL04
		LABORABLES	2600x3600	2440x3660	2600x3600	2440x3660	2140x3210	2200x3300
2020	Enero	20	714.31	324.11	454.76	566.43	429.82	234.52
	Febrero	18	642.88	291.70	409.28	509.79	386.84	211.07
	Marzo	23	821.46	372.72	522.97	651.40	494.29	269.70
	Abril	21	750.03	340.31	477.50	594.75	451.31	246.25
	Mayo	20	714.31	324.11	454.76	566.43	429.82	234.52
	Junio	23	821.46	372.72	522.97	651.40	494.29	269.70
	Julio	22	785.74	356.52	500.23	623.07	472.80	257.97
	Agosto	22	785.74	356.52	500.23	623.07	472.80	257.97
	Septiembre	22	785.74	356.52	500.23	623.07	472.80	257.97
	Octubre	20	714.31	324.11	454.76	566.43	429.82	234.52
	Noviembre	20	714.31	324.11	454.76	566.43	429.82	234.52
	Diciembre	21	750.03	340.31	477.50	594.75	451.31	246.25

*Elaborado por: Moreno (2021)*

### ***3.1.11. Modelo de optimización para la adecuada gestión de inventario de materia prima***

Una vez culminado el desarrollo de varios cálculos para conseguir los datos adecuados para la aplicación del modelo de optimización. Se hace énfasis en los valores que se obtuvo por medio de un análisis ABC, costos relacionados con el inventario, pronóstico de demanda, capacidad de producción y el inventario final de manera mensual.

A continuación, se aplica el modelo de optimización mediante el software Lingo, que presenta ciertas funciones y operadores lógicos que se detallan en la Tabla 9. Entonces el modelo se enfoca en minimizar costos a través de la función objetivo detallada en la ecuación 11, igualmente se destaca las restricciones que se plasma en la Tabla 7 que constituyen una parte crucial del modelo.

En base a lo mencionado anteriormente se procede a iniciar la aplicación del modelo a los 6 artículos considerados esenciales en el análisis ABC, por reflejar una considerable inversión anual del total del inventario.

## 1. Modelo de optimización para la adecuada gestión de inventario del artículo lámina de vidrio flotado con código CL10260036

Después de procesar la información obtenida en la empresa Seguid, se aplica el modelo de optimización del artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600. Entonces, en la Tabla 27 se incluyen valores de cálculos anteriores que se explica a continuación: la demanda ( $d_i$ ) de la Tabla 20, el límite de la capacidad productiva ( $L_i$ ) de la Tabla 26, los costos unitarios del Anexo 3, los costos de mantenimiento de inventario del Anexo 4 y por último los costos de unidades faltantes de la Tabla 24.

**Tabla 27**

*Datos para el modelo de optimización del artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600*

<b>k (Mes)</b>	<b><math>D_i</math> (m<sup>2</sup>)</b>	<b><math>L</math> (m<sup>2</sup>)</b>	<b><math>C_{1i}</math> (\$/período)</b>	<b><math>C_{2i}</math> (\$/período)</b>	<b><math>C_{3i}</math> (\$/período)</b>
1	426,44	714,31	16,35	2,04	0,15
2	414,06	642,88	16,40	2,05	0,15
3	296,15	821,46	16,23	2,03	0,15
4	264,74	750,03	16,35	2,04	0,15
5	425,92	714,31	16,35	2,04	0,15
6	484,70	821,46	16,24	2,03	0,15
7	588,56	785,74	16,37	2,05	0,15
8	904,01	785,74	16,46	2,06	0,15
9	598,84	785,74	16,79	2,10	0,15
10	672,22	714,31	16,45	2,06	0,15
11	683,88	714,31	16,65	2,08	0,15
12	650,11	750,03	16,25	2,03	0,15

*Elaborado por: Moreno (2021)*

En seguida se reemplaza los datos en el modelo de optimización para la adecuada gestión en inventario para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600, el modelo a resolver se indica en la Figura 17.



**Figura 17**

*Modelo de optimización para la adecuada gestión en inventario*

```
MODEL:

TITLE MODELO DE OPTIMIZACIÓN PARA LA ADECUADA GESTIÓN DE INVENTARIO;

SETS:

m/1..12/:Costo1,Costo2,Costo3,D,L,X,Y,Z; !Definición de las variables;
n/1..12/; !Índice j;

ENDSETS

DATA:

Costo1 = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL1026003600\Datos.XLSX'); !Costo unitario del producto;
Costo2 = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL1026003600\Datos.XLSX'); !Costo unitario de almacenamiento del artículo;
Costo3 = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL1026003600\Datos.XLSX'); !Costo unitario por faltante del artículo;
D = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL1026003600\Datos.XLSX'); !Demanda;
L = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL1026003600\Datos.XLSX'); !Capacidad de producción;
Io = 65.52; !Inventario inicial;

ENDDATA

MIN = @sum(m(i):Costo1(i)*X(i) + Costo2(i)*Y(i) + Costo3(i)*Z(i)); !FUNCIÓN OBJETIVO;

@for(m(i): Y(i) = @sum(n(j)|j#LE#i:X(j)) + Z(i) + Io - @sum(n(j)|j#LE#i:D(j)));!Restricción de nivel de inventarios;
@for(m(i): X(i) <= L(i));!Restricción de capacidad de producción;
@for(m(i)|i#GE#12:Z(i)=0);!Restricción de falta de unidad en inventarios;

END
```

*Elaborado por: Moreno (2021)*

Por medio del software Lingo se obtuvo una solución óptima, los resultados del artículo lámina de vidrio flotado con código CL102600360099, se señala en la Figura 18.

**Figura 18**

*Solución óptima*

```

Global optimal solution found.
Objective value:                104255.8
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        16
Elapsed runtime seconds:        22.22

Model Title: MODELO DE OPTIMIZACIÓN PARA LA ADECUADA GESTIÓN DE INVENTARIO

Variable      Value      Reduced Cost
X( 1)         360.9246      0.000000
X( 2)          0.000000      0.2000000E-01
X( 3)         710.2114      0.000000
X( 4)         264.7384      0.000000
X( 5)         425.9238      0.000000
X( 6)         484.7018      0.000000
X( 7)         588.5571      0.000000
X( 8)         785.7449      0.000000
X( 9)         675.0100      0.000000
X( 10)        714.3136      0.000000
X( 11)        583.9633      0.000000
X( 12)        750.0293      0.000000
Y( 1)          0.000000      2.013750
Y( 2)          0.000000      2.200000
Y( 3)          0.000000      1.908750
Y( 4)          0.000000      2.043750
Y( 5)          0.000000      2.153750
Y( 6)          0.000000      1.900000
Y( 7)          0.000000      1.476250
Y( 8)          0.000000      2.207500
Y( 9)          0.000000      2.248750
Y( 10)         0.000000      2.046250
Y( 11)         0.000000      2.231250
Y( 12)         0.000000      18.53125
Z( 1)          0.000000      0.1800000
Z( 2)          414.0632      0.000000
Z( 3)          0.000000      0.2700000
Z( 4)          0.000000      0.1500000
Z( 5)          0.000000      0.4000000E-01
Z( 6)          0.000000      0.2800000
Z( 7)          0.000000      0.7200000
Z( 8)          118.2649      0.000000
Z( 9)          42.09221      0.000000
Z( 10)         0.000000      0.1600000
Z( 11)         99.92102      0.000000
Z( 12)         0.000000      0.000000

```

*Elaborado por: Moreno (2021)*

En primer lugar, se muestra el valor óptimo que representa el valor del menor costo total resuelto por Lingo, que arrojó el valor de \$ 104.255,80 el cual es el costo que se tiene al aplicar el modelo de optimización para la adecuada gestión de inventario para el artículo de estudio.

En segundo lugar, la columna valor contiene las cantidades óptimas en inventario obtenidas por medio del software. Por ejemplo, en el caso de la variable  $x$  (3) se necesita adquirir 710,21 m<sup>2</sup> para satisfacer la demanda en el mes de marzo. En tercer lugar, la columna reducir costo se interpreta como una cantidad que deberá mejorar el coeficiente de una de las variables en la función objetivo.

A continuación, se indica la solución obtenida por medio del modelo de optimización, el cual se enfoca en minimizar los costos de inventario, tomando como referencia datos reales de la entidad para exactitud. Con el propósito de entender de una manera más clara los resultados, del artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600 se presenta la Tabla 28, seguida de una explicación concisa.

**Tabla 28**

*Solución encontrada mediante Lingo para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600*

Mes	$X_i$ (m <sup>2</sup> )	$Y_i$ (m <sup>2</sup> )	$Z_i$ (m <sup>2</sup> )
1	360,92	0,00	0,00
2	0,00	0,00	414,06
3	710,21	0,00	0,00
4	264,74	0,00	0,00
5	425,92	0,00	0,00
6	484,70	0,00	0,00
7	588,56	0,00	0,00
8	785,74	0,00	118,26
9	675,01	0,00	42,09
10	714,31	0,00	0,00
11	583,96	0,00	99,92
12	750,03	0,00	0,00
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>6.344,12</b>		

*Elaborado por:* Moreno (2021)

Se evidencia la ausencia de almacenamiento de inventario en cada período del horizonte de planeación, por tal razón se analiza el nivel de inventario conjuntamente con las cantidades a requerir. Seguidamente, se señala la fórmula 22 que toma el inventario inicial y lo resta con la demanda del primer mes:

$$Y_1 = \text{Inventario}_{\text{anterior}} - \text{demanda} \quad (22)$$

$$Y_1 = 65,52 \text{ m}^2 - 426,44 \text{ m}^2 = -360,92 \text{ m}^2$$

De hecho, el inventario inicial es igual a 65,52 m<sup>2</sup>, pero no abastece la demanda para el primer mes. Por lo tanto, la diferencia es la cantidad con la cual se cubre la demanda en el primer mes siendo el valor 360,92 m<sup>2</sup>.

$$Y_2 = 0 \text{ m}^2 - 414,06 \text{ m}^2 = -414,06 \text{ m}^2$$

Se evidencia la falta de inventario en el modelo de optimización por lo cual Z<sub>2</sub>= 414,06 m<sup>2</sup> entonces en el siguiente mes, para cubrir la demanda insatisfecha x (3) toma el valor de 710,21 m<sup>2</sup>.

Para una mejor apreciación de los resultados que arrojó el modelo se requiere realizar un análisis con los datos del año anterior. Por tal motivo se presenta la Tabla 29 con la cantidad de materia prima consumida en m<sup>2</sup> del período 2021, mientras que, para el período 2020 se utiliza los datos del Anexo 5.

**Tabla 29**

*Análisis de la cantidad a requerir con respecto al año anterior del artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600*

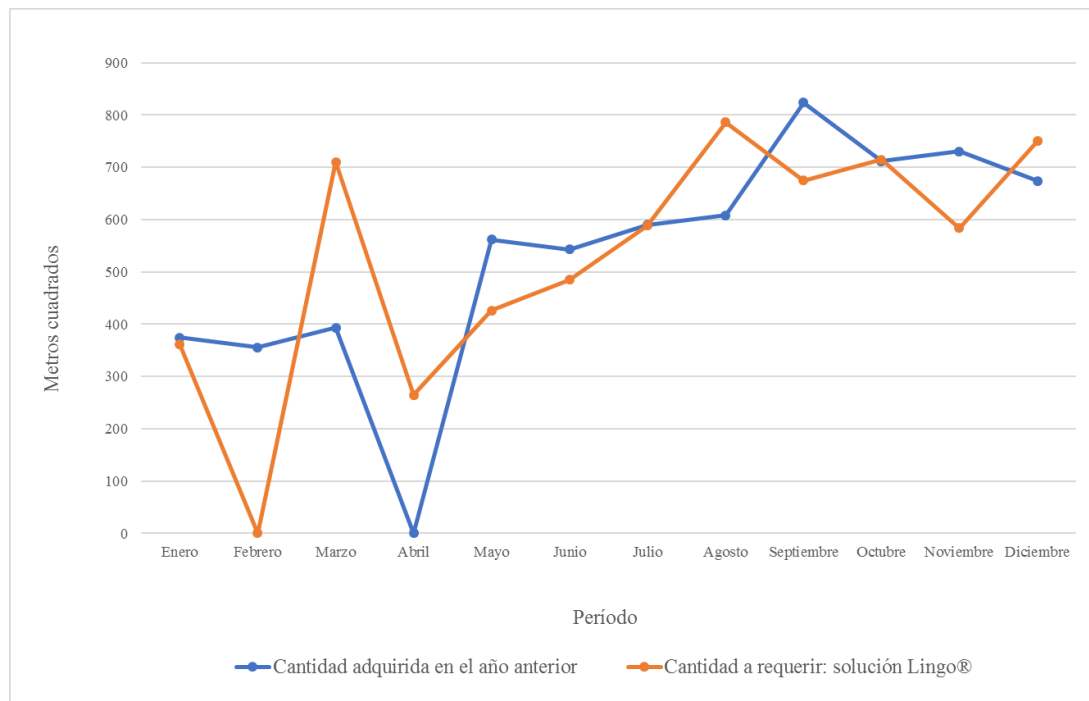
<b>MES</b>	<b>2020 (m<sup>2</sup>)</b>	<b>2021 (m<sup>2</sup>)</b>
Enero	374,40	360,92
Febrero	355,68	0,00
Marzo	393,12	710,21
Abril	0,00	264,74
Mayo	561,60	425,92
Junio	542,88	484,70
Julio	589,68	588,56
Agosto	608,40	785,74
Septiembre	823,68	675,01
Octubre	711,36	714,31
Noviembre	730,08	583,96
Diciembre	673,92	750,03
<b>Σ</b>	<b>6.364,80</b>	<b>6.344,12</b>

*Elaborado por: Moreno (2021)*

A continuación, se presenta la Figura 19 obtenida a través del análisis de la Tabla 29, donde se ve que la cantidad se equilibra en función de la demanda estimada, para el año anterior las cantidades requeridas por trimestre son mayores.

**Figura 19**

Análisis de cantidad a requerir: m<sup>2</sup> del artículo lámina de vidrio flotado con código CL1026003600



Elaborado por: Moreno (2021)

Se muestra disminución de la cantidad a requerir, debido a que el modelo se enfoca en adquirir lo necesario en base a la demanda. Igualmente, es indispensable saber el porcentaje de eficiente del modelo que se aplica mediante la fórmula 23.

$$\% mejora_{artículo} = \frac{(Costo anterior - Costo Lingo)}{Costo anterior} \times 100 \quad (23)$$

$$\% mejora_{CL1026003600} = \frac{(107.596,94 - 104.255,80)}{107.596,94} \times 100$$

$$\% mejora_{CL1026003600} = 3,11 \%$$

Al momento de obtener la eficiencia se comprueba que el modelo de optimización arroja cantidades óptimas que necesita la empresa en un período dado.

## 2. Modelo de optimización para la adecuada gestión de inventario del artículo lámina de vidrio flotado con código CL1024403660

Se presenta el modelo de optimización del artículo lámina de vidrio flotado con código CL1024403660. Entonces, en la Tabla 30 se señala los datos necesarios para la aplicar el modelo del artículo mencionado, considerando el horizonte de planeación 2021.

**Tabla 30**

*Datos para el modelo de optimización del artículo lámina de vidrio flotado con código CL1024403660*

<b>k</b> <b>(Mes)</b>	<b>Di (m<sup>2</sup>)</b>	<b>L (m<sup>2</sup>)</b>	<b>C1i</b> <b>(\$/período)</b>	<b>C2i</b> <b>(\$/período)</b>	<b>C3i</b> <b>(\$/período)</b>
1	193,49	324,11	14,30	1,79	0,14
2	187,87	291,70	14,32	1,79	0,14
3	134,37	372,72	14,35	1,79	0,14
4	120,12	340,31	14,33	1,79	0,14
5	193,26	324,11	14,33	1,79	0,14
6	219,92	372,72	14,36	1,80	0,14
7	267,05	356,52	14,40	1,80	0,14
8	410,18	356,52	14,45	1,81	0,14
9	271,71	356,52	14,56	1,82	0,14
10	305,01	324,11	14,46	1,81	0,14
11	310,30	324,11	14,42	1,80	0,14
12	294,97	340,31	14,38	1,80	0,14

*Elaborado por: Moreno (2021)*

En la Tabla anterior se incluyen valores de cálculos anteriores que se explica a continuación: la demanda (di) de la Tabla 20, el límite de la capacidad productiva (Li) de la Tabla 26, los costos unitarios del Anexo 3, los costos de mantenimiento de inventario del Anexo 4 y por último los costos de unidades faltantes de la Tabla 24.

En seguida se reemplaza los datos en el modelo de optimización para la adecuada gestión en inventario para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL1024403660, el modelo a resolver se encuentra en el Anexo 6.

Se obtiene el valor óptimo que representa el valor del menor costo total resuelto por Lingo, que arrojó el valor de \$40.370,7. A continuación, con el propósito de entender de una manera más clara los resultados, del artículo lámina de vidrio flotado con código CL1024403660 se presenta la Tabla 31, seguida de una explicación concisa.

**Tabla 31**

*Solución encontrada mediante Lingo para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL1024403660*

Mes	$X_i$ (m <sup>2</sup> )	$Y_i$ (m <sup>2</sup> )	$Z_i$ (m <sup>2</sup> )
1	86,33	0,00	0,00
2	187,87	0,00	0,00
3	134,37	0,00	0,00
4	120,12	0,00	0,00
5	193,26	0,00	0,00
6	219,92	0,00	0,00
7	267,05	0,00	0,00
8	356,52	0,00	53,66
9	325,37	0,00	0,00
10	305,01	0,00	0,00
11	310,30	0,00	0,00
12	294,97	0,00	0,00
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>2.801,10</b>		

*Elaborado por: Moreno (2021)*

Se evidencia la ausencia de almacenamiento de inventario en cada período del horizonte de planeación, por tal razón se analiza el nivel de inventario conjuntamente con las cantidades a requerir. Seguidamente, se señala un ejemplo que toma el inventario inicial y lo resta con la demanda del primer mes:

$$Y_1 = 107,16 \text{ m}^2 - 193,49 \text{ m}^2 = -86,33 \text{ m}^2$$

De hecho, el inventario inicial es igual a 107,16 m<sup>2</sup>, pero no abastece la demanda para el primer mes. Por lo tanto, la diferencia es la cantidad con la cual se cubre la demanda en el primer mes siendo el valor 86,33 m<sup>2</sup>. Para una mejor apreciación de los resultados que arrojó el modelo se requiere realizar un análisis con los datos del año anterior, tal y como se presenta en la Tabla 32 durante el horizonte de planeación 2021.

**Tabla 32**

*Análisis de la cantidad a requerir con respecto al año anterior del artículo lámina de vidrio flotado con código CL1024403660*

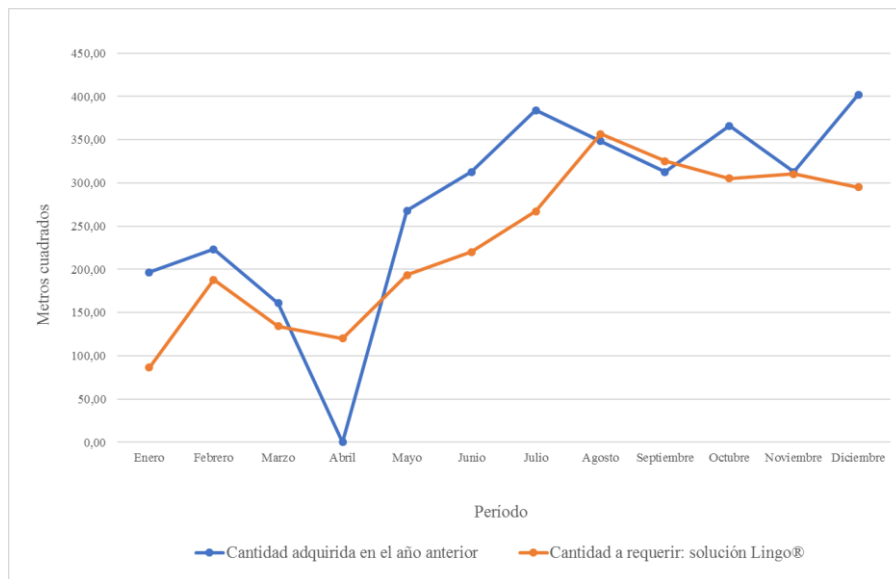
MES	2020 (m <sup>2</sup> )	2021 (m <sup>2</sup> )
Enero	196,47	86,33
Febrero	223,26	187,87
Marzo	160,75	134,37
Abril	0,00	120,12
Mayo	267,91	193,26
Junio	312,56	219,92
Julio	384,01	267,05
Agosto	348,29	356,52
Septiembre	312,56	325,37
Octubre	366,15	305,01
Noviembre	312,56	310,30
Diciembre	401,87	294,97
$\Sigma$	<b>3.286,39</b>	<b>2.801,10</b>

*Elaborado por:* Moreno (2021)

A continuación, se presenta la Figura 20 obtenida a través del análisis de la Tabla 32, donde se ve que la cantidad se equilibra en función de la demanda estimada, para el año anterior las cantidades requeridas por trimestre son mayores.

**Figura 20**

*Análisis de cantidad a requerir: m2 del artículo lámina de vidrio flotado con código CL1024403660*



*Elaborado por:* Moreno (2021)



Se muestra disminución de la cantidad a requerir, debido a que el modelo se enfoca en adquirir lo necesario en base a la demanda. Igualmente, es indispensable saber el porcentaje de eficiente del modelo que se aplica mediante la ecuación siguiente:

$$\% \text{ mejora}_{CL1024403660} = \frac{(50.626,79 - 8.713,14)}{50.626,79} \times 100 = 20,26\%$$

Al momento de obtener la eficiencia se comprueba que el modelo de optimización arroja cantidades óptimas que necesita la empresa en un período dado.

### 3. Modelo de optimización para la adecuada gestión de inventario del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0826003600

Se visualiza el modelo de optimización del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0826003600. Entonces, en la Tabla 33 se muestran los datos necesarios para la aplicar el modelo del artículo mencionado, considerando el horizonte de planeación 2021.

**Tabla 33**

*Datos para el modelo de optimización del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0826003600*

<b>k</b> <b>(Mes)</b>	<b>Di (m<sup>2</sup>)</b>	<b>L (m<sup>2</sup>)</b>	<b>C1i</b> <b>(\$/período)</b>	<b>C2i</b> <b>(\$/período)</b>	<b>C3i</b> <b>(\$/período)</b>
1	271,49	454,76	11,46	1,43	0,15
2	263,61	409,28	11,49	1,44	0,15
3	188,54	522,97	11,70	1,46	0,15
4	168,54	477,50	11,48	1,44	0,15
5	271,16	454,76	11,48	1,44	0,15
6	308,58	522,97	11,31	1,41	0,15
7	374,70	500,23	11,36	1,42	0,15
8	575,53	500,23	11,41	1,43	0,15
9	381,24	500,23	11,37	1,42	0,15
10	427,96	454,76	11,29	1,41	0,15
11	435,39	454,76	11,45	1,43	0,15
12	413,88	477,50	11,27	1,41	0,15

*Elaborado por:* Moreno (2021)

En la Tabla anterior se incluyen valores de cálculos anteriores que se explica a continuación: la demanda (di) de la Tabla 20, el límite de la capacidad productiva (Li)

de la Tabla 26, los costos unitarios del Anexo 3, los costos de mantenimiento de inventario del Anexo 4 y por último los costos de unidades faltantes de la Tabla 24.

En seguida se reemplaza los datos en el modelo de optimización para la adecuada gestión en inventario para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL0826003600, el modelo a resolver se encuentra en el Anexo 6.

Se obtiene el valor óptimo que representa el valor del menor costo total resuelto por Lingo, que arrojó el valor de 45.224,86. A continuación, con el propósito de entender de una manera más clara los resultados, del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0826003600 se presenta la Tabla 31, seguida de una explicación concisa.

**Tabla 34**

*Solución encontrada mediante Lingo para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL0826003600*

<b>Mes</b>	<b>Xi (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Yi (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Zi (m<sup>2</sup>)</b>
1	159,17	0,00	0,00
2	263,61	0,00	0,00
3	0,00	0,00	188,54
4	357,08	0,00	0,00
5	56,77	0,00	214,39
6	522,97	0,00	0,00
7	374,70	0,00	0,00
8	500,23	0,00	75,29
9	456,53	0,00	0,00
10	427,96	0,00	0,00
11	371,77	0,00	63,61
12	477,50	0,00	0,00
<b>Σ</b>	<b>3.968,29</b>		

*Elaborado por: Moreno (2021)*

Se evidencia la ausencia de almacenamiento de inventario en cada período del horizonte de planeación, por tal razón se analiza el nivel de inventario conjuntamente con las cantidades a requerir. Seguidamente, se visualiza un ejemplo que toma el inventario inicial y lo resta con la demanda del primer mes:

$$Y_1 = 112,32 \text{ m}^2 - 271,49 \text{ m}^2 = -159,17 \text{ m}^2$$

De hecho, el inventario inicial es igual a 112,32 m<sup>2</sup>, pero no abastece la demanda para el primer mes. Por lo tanto, la diferencia es la cantidad con la cual se cubre la demanda en el primer mes siendo el valor 159,17 m<sup>2</sup>. Para una mejor apreciación de los resultados que arrojó el modelo se requiere realizar un análisis con los datos del año anterior, tal y como se presenta en la Tabla 32 durante el horizonte de planeación 2021.

**Tabla 35**

*Análisis de la cantidad a requerir con respecto al año anterior del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0826003600*

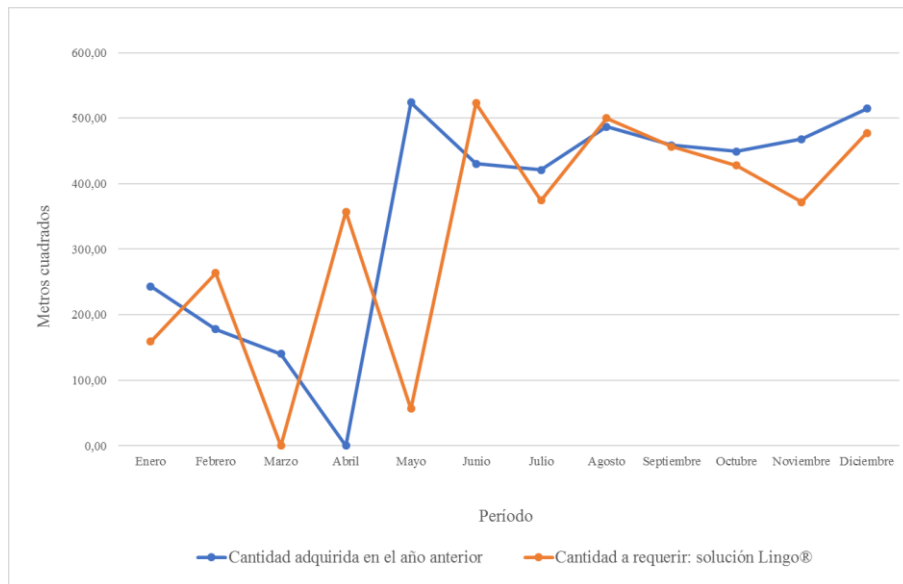
<b>MES</b>	<b>2020 (m<sup>2</sup>)</b>	<b>2021 (m<sup>2</sup>)</b>
Enero	243,36	159,17
Febrero	177,84	263,61
Marzo	140,40	0,00
Abril	0,00	357,08
Mayo	524,16	56,77
Junio	430,56	522,97
Julio	421,20	374,70
Agosto	486,72	500,23
Septiembre	458,64	456,53
Octubre	449,28	427,96
Noviembre	468,00	371,77
Diciembre	514,80	477,50
<b>Σ</b>	<b>4.314,96</b>	<b>3.968,29</b>

*Elaborado por:* Moreno (2021)

A continuación, se presenta la Figura 21 obtenida a través del análisis de la Tabla 35, donde se ve que la cantidad se equilibra en función de la demanda estimada, para el año anterior las cantidades requeridas por trimestre son mayores.

**Figura 21**

*Análisis de cantidad a requerir: m2 del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0826003600*



*Elaborado por:* Moreno (2021)

Se muestra disminución de la cantidad a requerir, debido a que el modelo se enfoca en adquirir lo necesario en base a la demanda. Igualmente, es indispensable saber el porcentaje de eficiente del modelo que se aplica mediante la ecuación siguiente:

$$\% mejora_{CL0826003600} = \frac{(55.954,24 - 45.224,86)}{55.954,24} \times 100 = 19,18 \%$$

Al momento de obtener la eficiencia se comprueba que el modelo de optimización arroja cantidades óptimas que necesita la empresa en un período dado.

#### **4. Modelo de optimización para la adecuada gestión de inventario del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0824403660**

Se muestra el modelo de optimización del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0824403660. Entonces, en la Tabla 36 se muestran los datos necesarios para la aplicar el modelo del artículo mencionado, considerando el horizonte de planeación 2021.

**Tabla 36***Datos para el modelo de optimización del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0824403660*

<b>k</b> <b>(Mes)</b>	<b>Di (m<sup>2</sup>)</b>	<b>L (m<sup>2</sup>)</b>	<b>C1i</b> <b>(\$/período)</b>	<b>C2i</b> <b>(\$/período)</b>	<b>C3i</b> <b>(\$/período)</b>
1	338,16	566,43	13,23	1,65	0,15
2	328,34	509,79	13,45	1,68	0,15
3	234,84	651,40	13,23	1,65	0,15
4	209,93	594,75	13,48	1,69	0,15
5	337,75	566,43	13,48	1,69	0,15
6	384,36	651,40	13,15	1,64	0,15
7	466,71	623,07	13,89	1,74	0,15
8	716,86	623,07	13,47	1,68	0,15
9	474,86	623,07	13,42	1,68	0,15
10	533,05	566,43	13,63	1,70	0,15
11	542,30	566,43	13,42	1,68	0,15
12	515,52	594,75	13,19	1,65	0,15

*Elaborado por: Moreno (2021)*

En la Tabla anterior se incluyen valores de cálculos anteriores que se explica a continuación: la demanda (di) de la Tabla 20, el límite de la capacidad productiva (Li) de la Tabla 26, los costos unitarios del Anexo 3, los costos de mantenimiento de inventario del Anexo 4 y por último los costos de unidades faltantes de la Tabla 24.

En seguida se reemplaza los datos en el modelo de optimización para la adecuada gestión en inventario para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL0824403660, el modelo a resolver se encuentra en el Anexo 6.

Se obtiene el valor óptimo que representa el valor del menor costo total resuelto por Lingo, que arrojó el valor de 42.732,00. A continuación, con el propósito de entender de una manera más clara los resultados, del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0826003600 se presenta la Tabla 37, seguida de una explicación concisa.

**Tabla 37**

*Solución encontrada mediante Lingo para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL0824403660*

<b>Mes</b>	<b>Xi (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Yi (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Zi (m<sup>2</sup>)</b>
1	302,44	0,00	0,00
2	0,00	0,00	328,34
3	223,18	0,00	0,00
4	209,93	0,00	0,00
5	70,71	0,00	267,04
6	351,40	0,00	0,00
7	412,28	0,00	54,43
8	223,07	0,00	0,00
9	423,07	0,00	0,00
10	229,69	0,00	103,36
11	466,43	0,00	79,23
12	294,75	0,00	0,00
<b>Σ</b>	<b>3.206,95</b>		

*Elaborado por: Moreno (2021)*

Se evidencia la ausencia de almacenamiento de inventario en cada período del horizonte de planeación, por tal razón se analiza el nivel de inventario conjuntamente con las cantidades a requerir. Seguidamente, se visualiza un ejemplo que toma el inventario inicial y lo resta con la demanda del primer mes:

$$Y_1 = 35,72 \text{ m}^2 - 338,16 \text{ m}^2 = -302,44 \text{ m}^2$$

De hecho, el inventario inicial es igual a 35,72 m<sup>2</sup>, pero no abastece la demanda para el primer mes. Por lo tanto, la diferencia es la cantidad con la cual se cubre la demanda en el primer mes siendo el valor 302,44 m<sup>2</sup>. Para una mejor apreciación de los resultados que arrojó el modelo se requiere realizar un análisis con los datos del año anterior, tal y como se presenta en la Tabla 38 durante el horizonte de planeación 2021.

**Tabla 38**

*Análisis de la cantidad a requerir con respecto al año anterior del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0824403660*

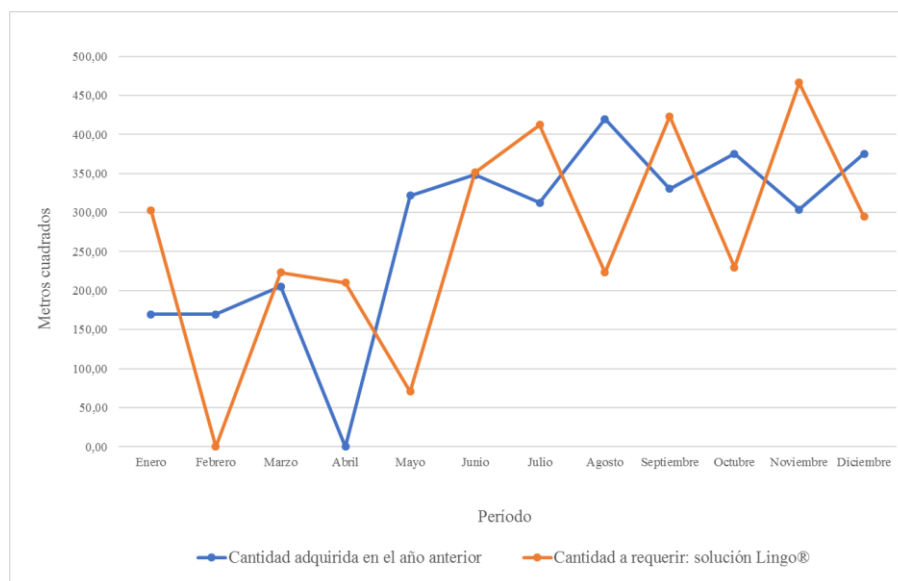
MES	2020 (m <sup>2</sup> )	2021 (m <sup>2</sup> )
Enero	169,68	302,44
Febrero	169,68	0,00
Marzo	205,40	223,18
Abril	0,00	209,93
Mayo	321,49	70,71
Junio	348,29	351,40
Julio	312,56	412,28
Agosto	419,73	223,07
Septiembre	330,42	423,07
Octubre	375,08	229,69
Noviembre	303,63	466,43
Diciembre	375,08	294,75
$\Sigma$	<b>3.331,04</b>	<b>3.206,95</b>

*Elaborado por: Moreno (2021)*

A continuación, se presenta la Figura 22 obtenida a través del análisis de la Tabla 38, donde se ve que la cantidad se equilibra en función de la demanda estimada, para el año anterior las cantidades requeridas por trimestre son mayores.

**Figura 22**

*Análisis de cantidad a requerir: m2 del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0824403660*



*Elaborado por: Moreno (2021)*

Se muestra disminución de la cantidad a requerir, debido a que el modelo se enfoca en adquirir lo necesario en base a la demanda. Igualmente, es indispensable saber el porcentaje de eficiente del modelo que se aplica mediante la ecuación siguiente:

$$\% mejora_{CL0824403660} = \frac{(48.191,81 - 42.732,00)}{48.191,81} \times 100 = 11,33 \%$$

Al momento de obtener la eficiencia se comprueba que el modelo de optimización arroja cantidades óptimas que necesita la empresa en un período dado.

### 5. Modelo de optimización para la adecuada gestión de inventario del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0624403660

Se observa el modelo de optimización del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0624403660. Entonces, en la Tabla 39 se muestran los datos necesarios para la aplicar el modelo del artículo mencionado, considerando el horizonte de planeación 2021.

**Tabla 39**

*Datos para el modelo de optimización del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0624403660*

<b>k</b> <b>(Mes)</b>	<b>Di (m<sup>2</sup>)</b>	<b>L (m<sup>2</sup>)</b>	<b>C1i</b> <b>(\$/período)</b>	<b>C2i</b> <b>(\$/período)</b>	<b>C3i</b> <b>(\$/período)</b>
1	256,60	429,82	8,45	1,06	0,15
2	249,15	386,84	8,65	1,08	0,15
3	178,20	494,29	8,78	1,10	0,15
4	159,30	451,31	8,63	1,08	0,15
5	256,29	429,82	8,63	1,08	0,15
6	291,66	494,29	8,64	1,08	0,15
7	354,15	472,80	8,45	1,06	0,15
8	543,97	472,80	8,56	1,07	0,15
9	360,34	472,80	8,56	1,07	0,15
10	404,49	429,82	8,60	1,08	0,15
11	411,51	429,82	8,54	1,07	0,15
12	391,19	451,31	8,66	1,08	0,15

*Elaborado por: Moreno (2021)*

En la Tabla anterior se incluyen valores de cálculos anteriores que se explica a continuación: la demanda (di) de la Tabla 20, el límite de la capacidad productiva (Li)



de la Tabla 26, los costos unitarios del Anexo 3, los costos de mantenimiento de inventario del Anexo 4 y por último los costos de unidades faltantes de la Tabla 24.

En seguida se reemplaza los datos en el modelo de optimización para la adecuada gestión en inventario para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL0624403660, el modelo a resolver se encuentra en el Anexo 6.

Se obtiene el valor óptimo que representa el valor del menor costo total resuelto por Lingo, que arrojó el valor de 31.359,84. A continuación, con el propósito de entender de una manera más clara los resultados, del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0624403660 se presenta la Tabla 40, seguida de una explicación concisa.

**Tabla 40**

*Solución encontrada mediante Lingo para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL0624403660*

Mes	$X_i$ (m <sup>2</sup> )	$Y_i$ (m <sup>2</sup> )	$Z_i$ (m <sup>2</sup> )
1	167,30	0,00	0,00
2	249,15	0,00	0,00
3	178,20	0,00	0,00
4	159,30	0,00	0,00
5	256,29	0,00	0,00
6	173,00	0,00	118,65
7	472,80	0,00	0,00
8	472,80	0,00	71,16
9	431,50	0,00	0,00
10	404,49	0,00	0,00
11	411,51	0,00	0,00
12	391,19	0,00	0,00
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>3.767,54</b>		

*Elaborado por:* Moreno (2021)

Se evidencia la ausencia de almacenamiento de inventario en cada período del horizonte de planeación, por tal razón se analiza el nivel de inventario conjuntamente con las cantidades a requerir. Seguidamente, se visualiza un ejemplo que toma el inventario inicial y lo resta con la demanda del primer mes:

$$Y_1 = 89,30 \text{ m}^2 - 256,60 \text{ m}^2 = -167,30 \text{ m}^2$$

De hecho, el inventario inicial es igual a 89,30 m<sup>2</sup>, pero no abastece la demanda para el primer mes. Por lo tanto, la diferencia es la cantidad con la cual se cubre la demanda en el primer mes siendo el valor 167,30 m<sup>2</sup>. Para una mejor apreciación de los resultados que arrojó el modelo se requiere realizar un análisis con los datos del año anterior, tal y como se presenta en la Tabla 41 durante el horizonte de planeación 2021.

**Tabla 41**

*Análisis de la cantidad a requerir con respecto al año anterior del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0624403660*

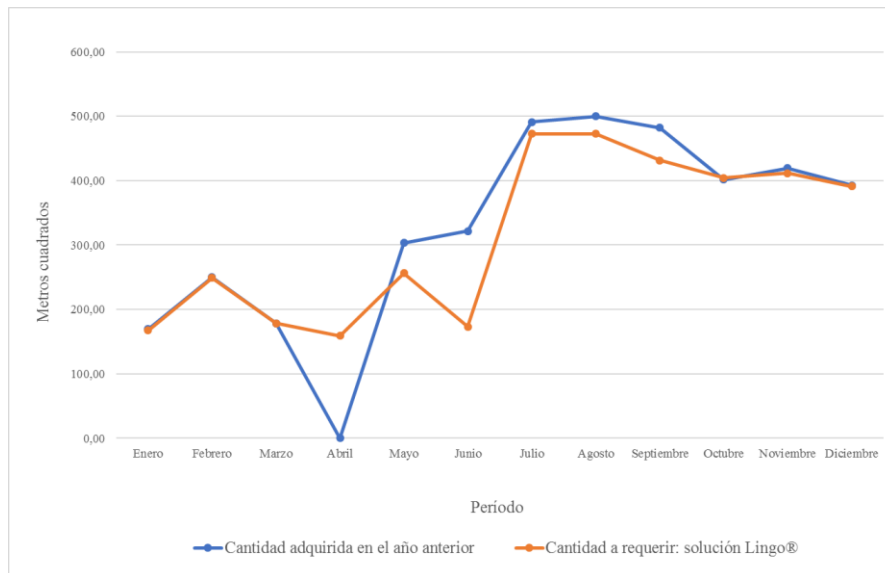
<b>MES</b>	<b>2020 (m<sup>2</sup>)</b>	<b>2021 (m<sup>2</sup>)</b>
Enero	169,68	167,30
Febrero	250,05	249,15
Marzo	178,61	178,20
Abril	0,00	159,30
Mayo	303,63	256,29
Junio	321,49	173,00
Julio	491,17	472,80
Agosto	500,10	472,80
Septiembre	482,24	431,50
Octubre	401,87	404,49
Noviembre	419,73	411,51
Diciembre	392,94	391,19
<b>Σ</b>	<b>3.911,52</b>	<b>3.767,54</b>

*Elaborado por:* Moreno (2021)

A continuación, se presenta la Figura 23 obtenida a través del análisis de la Tabla 41, donde se ve que la cantidad se equilibra en función de la demanda estimada, para el año anterior las cantidades requeridas por trimestre son mayores.

**Figura 23**

*Análisis de cantidad a requerir: m2 del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0624403660*



Elaborado por: Moreno (2021)

Se muestra disminución de la cantidad a requerir, debido a que el modelo se enfoca en adquirir lo necesario en base a la demanda. Igualmente, es indispensable saber el porcentaje de eficiente del modelo que se aplica mediante la ecuación siguiente:

$$\% \text{ mejora}_{CL0624403660} = \frac{(42.420,38 - 31.359,84)}{42.420,38} \times 100 = 26,07 \%$$

Al momento de obtener la eficiencia se comprueba que el modelo de optimización arroja cantidades óptimas que necesita la empresa en un período dado.

## **6. Modelo de optimización para la adecuada gestión de inventario del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0422003300**

Se ejecuta el modelo de optimización del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0422003300. Entonces, en la Tabla 42 se muestran los datos necesarios para la aplicar el modelo del artículo mencionado, considerando el horizonte de planeación 2021.

**Tabla 42***Datos para el modelo de optimización del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0422003300*

<b>k</b> <b>(Mes)</b>	<b>Di (m<sup>2</sup>)</b>	<b>L (m<sup>2</sup>)</b>	<b>C1i</b> <b>(\$/período)</b>	<b>C2i</b> <b>(\$/período)</b>	<b>C3i</b> <b>(\$/período)</b>
1	140,01	234,52	5,45	0,68	0,15
2	135,94	211,07	5,66	0,71	0,15
3	97,23	269,70	5,56	0,70	0,15
4	86,92	246,25	5,23	0,65	0,15
5	139,84	234,52	5,23	0,65	0,15
6	159,14	269,70	5,23	0,65	0,15
7	193,23	257,97	5,56	0,70	0,15
8	296,80	257,97	5,85	0,73	0,15
9	196,61	257,97	5,64	0,71	0,15
10	220,70	234,52	5,56	0,70	0,15
11	224,53	234,52	5,48	0,69	0,15
12	213,44	246,25	5,42	0,68	0,15

*Elaborado por: Moreno (2021)*

En la Tabla anterior se incluyen valores de cálculos anteriores que se explica a continuación: la demanda (di) de la Tabla 20, el límite de la capacidad productiva (Li) de la Tabla 26, los costos unitarios del Anexo 3, los costos de mantenimiento de inventario del Anexo 4 y por último los costos de unidades faltantes de la Tabla 24.

En seguida se reemplaza los datos en el modelo de optimización para la adecuada gestión en inventario para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL0422003300, el modelo a resolver se encuentra en el Anexo 6.

Se obtiene el valor óptimo que representa el valor del menor costo total resuelto por Lingo, que arrojó el valor de \$ 11.042,05. A continuación, con el propósito de entender de una manera más clara los resultados, del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0422003300 se presenta la Tabla 43, seguida de una explicación concisa.

**Tabla 43**

*Solución encontrada mediante Lingo para el artículo lámina de vidrio flotado con código CL0422003300*

<b>Mes</b>	<b>Xi (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Yi (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Zi (m<sup>2</sup>)</b>
1	38,37	0,00	0,00
2	73,85	0,00	62,10
3	0,00	0,00	159,33
4	246,25	0,00	0,00
5	139,84	0,00	0,00
6	159,14	0,00	0,00
7	193,23	0,00	0,00
8	235,44	0,00	61,36
9	257,97	0,00	0,00
10	220,70	0,00	0,00
11	224,53	0,00	0,00
12	213,44	0,00	0,00
<b>Σ</b>	<b>2.002,75</b>		

*Elaborado por: Moreno (2021)*

Se evidencia la ausencia de almacenamiento de inventario en cada período del horizonte de planeación, por tal razón se analiza el nivel de inventario conjuntamente con las cantidades a requerir. Seguidamente, se visualiza un ejemplo que toma el inventario inicial y lo resta con la demanda del primer mes:

$$Y_1 = 101,64 \text{ m}^2 - 140,01 \text{ m}^2 = -38,37 \text{ m}^2$$

De hecho, el inventario inicial es igual a 101,64 m<sup>2</sup>, pero no abastece la demanda para el primer mes. Por lo tanto, la diferencia es la cantidad con la cual se cubre la demanda en el primer mes siendo el valor 38,37 m<sup>2</sup>. Para una mejor apreciación de los resultados que arrojó el modelo se requiere realizar un análisis con los datos del año anterior, tal y como se presenta en la Tabla 41 durante el horizonte de planeación 2021.

**Tabla 44**

*Análisis de la cantidad a requerir con respecto al año anterior del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0624403660*

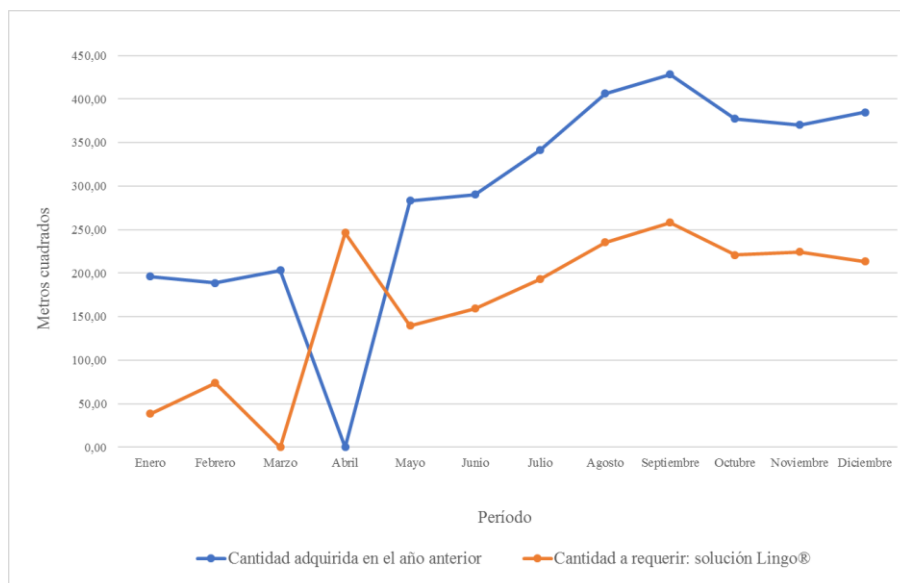
MES	2020 (m <sup>2</sup> )	2021 (m <sup>2</sup> )
Enero	196,02	38,37
Febrero	188,76	73,85
Marzo	203,28	0,00
Abril	0,00	246,25
Mayo	283,14	139,84
Junio	290,40	159,14
Julio	341,22	193,23
Agosto	406,56	235,44
Septiembre	428,34	257,97
Octubre	377,52	220,70
Noviembre	370,26	224,53
Diciembre	384,78	213,44
$\Sigma$	<b>3.470,28</b>	<b>2.002,75</b>

*Elaborado por: Moreno (2021)*

A continuación, se presenta la Figura 24 obtenida a través del análisis de la Tabla 44, donde se ve que la cantidad se equilibra en función de la demanda estimada, para el año anterior las cantidades requeridas por trimestre son mayores.

**Figura 24**

*Análisis de cantidad a requerir: m2 del artículo lámina de vidrio flotado con código CL0624403660*



*Elaborado por: Moreno (2021)*

Se muestra disminución de la cantidad a requerir, debido a que el modelo se enfoca en adquirir lo necesario en base a la demanda. Igualmente, es indispensable saber el porcentaje de eficiente del modelo que se aplica mediante la ecuación siguiente:

$$\% mejora_{CL0624403660} = \frac{(33.002,36 - 11.042,05)}{33.002,36} \times 100 = 66,54 \%$$

Al momento de obtener la eficiencia se comprueba que el modelo de optimización arroja cantidades óptimas que necesita la empresa en un período dado.

### 3.1.12. Análisis de resultados

En definitiva, el modelo de optimización aplicado para la adecuada gestión de inventario de materia prima, minimiza el costo en relación al año que se pronostica como se detalla en la Tabla 45 de forma resumida, haciendo énfasis en el ahorro de dinero que proporciona el modelo.

**Tabla 45**

*Análisis de resultados*

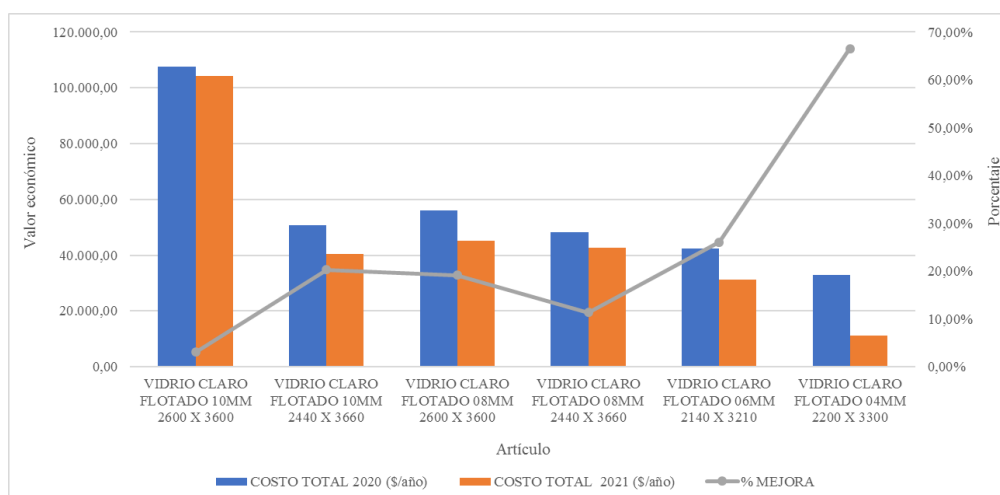
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD 2020 (\$/año)	COSTO TOTAL 2020 (\$/año)	CANTIDAD A PEDIR 2021 (\$/año)	COSTO TOTAL 2021 (\$/año)	% MEJORA	AHORRO DE DINERO (\$/año)
CL1026003600	VIDRIO CLARO FLOTADO 10MM 2600 X 3600	6.364,80	107.596,94	6.344,12	104.255,80	3,11%	3.341,14
CL1024403660	VIDRIO CLARO FLOTADO 10MM 2440 X 3660	3.286,39	50.626,79	2.801,10	40.370,70	20,26%	10.256,09
CL0826003600	VIDRIO CLARO FLOTADO 08MM 2600 X 3600	4.314,96	55.954,24	3.968,29	45.224,86	19,18%	10.729,38
CL0824403660	VIDRIO CLARO FLOTADO 08MM 2440 X 3660	3.331,04	48.191,81	3.206,95	42.732,00	11,33%	5.459,81
CL0624403660	VIDRIO CLARO FLOTADO 06MM 2140 X 3210	3.911,52	42.420,38	3.767,54	31.359,84	26,07%	11.060,54
CL0422003300	VIDRIO CLARO FLOTADO 04MM 2200 X 3300	3.470,28	33.002,36	2.002,75	11.042,05	66,54%	21.960,31
<b>Σ</b>							<b>62.807,29</b>

*Elaborado por:* Moreno (2021)

El modelo de optimización minimiza los costos de inventario al obtener un ahorro de \$ 62.807,29 para el período de planeación de estudio 2021, al revisar las cantidades óptimas a ser adquiridas a los proveedores. Tal y como se muestra en la Figura 25 la disminución de costos que se proyecta para el año 2021. Entonces se evidencia la confiabilidad y veracidad del modelo aplicado al obtener los resultados descritos anteriormente.

**Figura 25**

## Análisis de resultados



Elaborado por: Moreno (2021)

## Análisis de la optimización en base a la utilidad

Una vez analizado los resultados en relación a los costos del inventario de materia prima, se calcula el porcentaje de mejora enfocado a la utilidad bruta del período 2020-2021 refiérase al Anexo 7. Dicha utilidad a través del modelo de optimización se indica un importante incremento para el período de planeación 2021 como se muestra en la Tabla 46.

**Tabla 46**

Análisis de la optimización en base a la utilidad bruta

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UTILIDAD BRUTA 2020 (\$)	UTILIDAD BRUTA 2021 (\$)	% MEJORA
CL1026003600	VIDRIO CLARO FLOTADO 10MM 2600 X 3600	35.865,65	38.740,62	8,02%
CL1024403660	VIDRIO CLARO FLOTADO 10MM 2440 X 3660	16.875,60	19.964,95	18,31%
CL0826003600	VIDRIO CLARO FLOTADO 08MM 2600 X 3600	18.651,41	35.291,75	89,22%
CL0824403660	VIDRIO CLARO FLOTADO 08MM 2440 X 3660	16.063,94	25.543,94	59,01%
CL0624403660	VIDRIO CLARO FLOTADO 06MM 2140 X 3210	14.140,13	26.886,35	90,14%
CL0422003300	VIDRIO CLARO FLOTADO 04MM 2200 X 3300	11.000,79	22.363,90	103,29%
<b>Σ</b>		<b>112.597,51</b>	<b>168.791,50</b>	

Elaborado por: Moreno (2021)

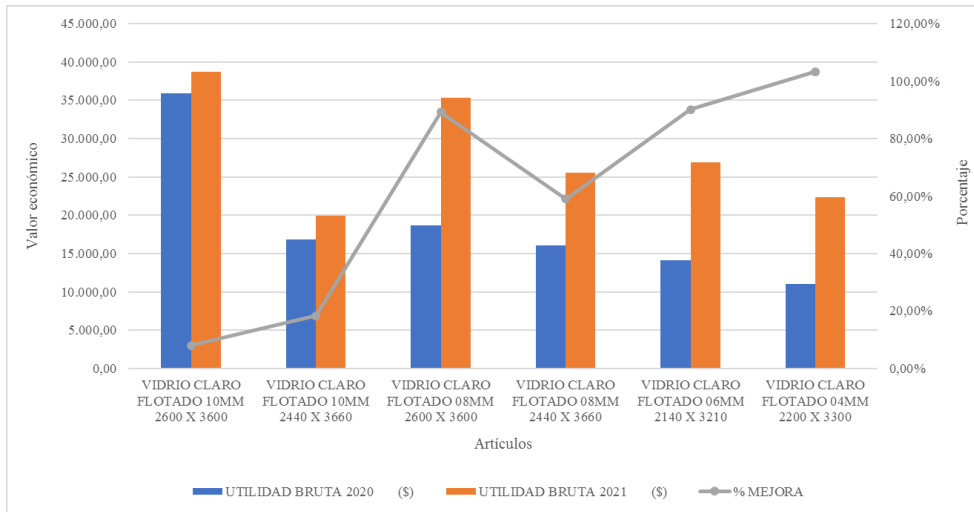
Entonces, el modelo de optimización direccionado a minimizar costos del inventario de materia prima de la empresa Seguid, de igual manera influye en la mejora de la utilidad. Dado que, por medio del porcentaje de mejora se demostró un incremento al comparar el año anterior con el año pronosticado como se evidencia en la Figura 26. En virtud de los resultados expuestos, la empresa tiene a disposición dicha información



con el objetivo de efectuar una adecuada gestión en el área de inventario, ya que el estudio realizado brinda una solución encaminada al correcto abastecimiento del stock de materia prima en bodega.

**Figura 26**

*Análisis de la optimización en base a la utilidad bruta*



Elaborado por: Moreno (2021)

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- Luego de realizar el levantamiento de información del inventario de los seis artículos esenciales para el área de producción, se determina los parámetros para analizar el costo del inventario en base a la inversión. Está claro que la empresa desarrolla una inadecuada gestión de inventarios, al caer en el sobreabastecimiento de materia prima lo que ocasiona diversos costos adicionales al permanecer estático en bodega. También en ocasiones presenta desabastecimiento de materia prima para el cumplimiento de las ordenes de producción, lo cual causa pérdida de tiempo y a su vez disgusto por parte del cliente.
- Tras el análisis de los Estados de Pérdidas y Ganancias, se evidencia la afectación directa que tuvo la pandemia mundial en la situación económica de la entidad, ya que al comparar dos períodos se aprecia una variación, la cual hace notorio un decremento de 16.69 % para el período 2020 de la Utilidad del ejercicio del Estado de Pérdidas y Ganancias de la empresa. Entonces para sobresanar la situación económica se utiliza el modelo de optimización, que se enfoca en minimizar costos y por ende obtener una mejora notoria en la Utilidad operacional.
- Con el fin de optimizar la gestión de inventario se aplica un modelo matemático utilizando la programación lineal, donde se plantea una función objetivo basado en el costo unitario, costo de mantener y costo de unidades faltantes en el inventario, además de tres restricciones relacionadas al número de unidades producidas en el período, número de unidades en inventario al final del período y número de unidades no satisfechas en el período. El mismo que se moldea con el software Lingo permitiendo obtener cantidades óptimas de inventario que permite minimizar el costo en un promedio de 24,41% de los artículos estudiados y a su vez se refleja un ahorro de \$ 62.807,29 entorno al costo para el período de planeación de estudio 2021.

#### **4.2. Recomendaciones**

- En base a lo diagnosticado se enfatiza en mejorar la gestión de inventario de la empresa Seguvid, debido a los problemas que presentó en el análisis realizado al inventario de materia prima.
- Se sugiere continuar con la realización del análisis horizontal a los Estados de Pérdidas y Ganancias, con el propósito de conocer el rumbo económico que tiene la empresa en comparación a otros años, para sobrellevar los problemas económicos que ocasionó la pandemia.
- Posibilitar la continuidad del modelo aplicado, centrándose en la gestión adecuada de inventario dentro de la cadena de suministro, se recomienda que exista predisposición por parte de la empresa Seguvid, para continuar con el desarrollo del modelo de optimización para los posteriores años.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldás, D., Vásquez, J., Perrazo, L., & Sánchez, S. (2018). Optimización de costos de inventarios con algoritmo de programación lineal. Caso aplicado industria de producción de suelas. *Innova Research Journal*, 3(2.1), 77-83. <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/670>
- Ballou, R. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro*. Pearson Educación.
- Barrera, G. (2018). Relationship of Innovative Self-Perception with Training, Hiring and Profits, of Micro-Entrepreneurs. *International Journal of Innovation*, 6(1), 1-16. <https://www.redalyc.org/journal/4991/499155729001/>
- Bayas, I., & Martínez, M. (2017). La gestión de inventario como factor estratégico en la administración de empresas. *Negotium: revista de ciencias gerenciales*, 13(37), 109-129. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7169805>
- Cardona, J., Orejuela, J., & Rojas, C. (2018). Gestión de inventario y almacenamiento de materias primas en el sector de alimentos concentrados. *Revista EIA*, 15(30), 195-208. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1794-12372018000200195&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1794-12372018000200195&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Causado, E. (2015). Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 14(27), 163-177. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1692-33242015000200011&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1692-33242015000200011&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

- Chen, B., & Chao, X. (2020). Dynamic inventory control with stockout substitution and demand learning. *Management Science*, 66(11), 5108-5127.  
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85087631502&doi=10.1287%2fmnsc.2019.3474&partnerID=40&md5=91d863d1c76fa2b194a794a51ee08361>
- Dantzig, G. (1963). *Linear Programming and Extensions*. Princeton University Press.
- Díaz de las Casas, L. (2013). *Programación lineal modelo para minimizar la merma en el proceso de cortes de rollos de película para la elaboración de fotolitos empresa grupo Digigraf S.A.* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos].  
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3387>
- Dueñas, D., González, L., Orjuela, E., & Tiboche, F. J. (2019). Diseño de un sistema para la gestión de inventarios de las pymes en el sector alimentario. *Industrial Data*, 22(1). <https://www.redalyc.org/journal/816/81661270007/>
- Emery, D., Finnerty, J., & Stowe, J. (2015). *Fundamentos de administración financiera*. Pearson Educación.
- García, R., & Rodríguez, R. (2016). Diseño y aplicación de sistema de gestión en Inventarios en empresa ecuatoriana. *Ciencias Holguín*, 22(3), 1-14.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181546432006>
- Gómez, M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Editorial Brujas.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones* (Séptima). Pearson Educación.

<https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/47cb70cab6ec78aa65b34e6c70ce8822.pdf>

Hillier, F., & Lieberman, G. (2006). *Introducción a la investigación de operaciones* (Novena).

[https://www.academia.edu/8069512/Introduccion\\_a\\_la\\_investigacion\\_de\\_operaciones](https://www.academia.edu/8069512/Introduccion_a_la_investigacion_de_operaciones)

Jacobs, R., & Chase, R. (2014). *Administración de operaciones* (Decimotercera).

McGraw Hill/ Interamericana de Editores S.A.

[https://www.academia.edu/32670472/Administraci%C3%B3n\\_de\\_operaciones\\_13va\\_edici%C3%B3n\\_Richard\\_B\\_Chase\\_FREELIBROS\\_COM](https://www.academia.edu/32670472/Administraci%C3%B3n_de_operaciones_13va_edici%C3%B3n_Richard_B_Chase_FREELIBROS_COM)

Krajewski, L., & Ritzman, L. (2000). *Administración de operaciones: Estrategia y análisis*. Pearson Educación.

Krajewski, L., & Ritzman, L. (2008). *Administración de operaciones* (Octava).

Pearson Educación.

<https://www.biblionline.pearson.com/Pages/BookDetail.aspx?b=206>

Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e

Industria. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 3(1), 47-50.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>

Ortiz, V., & Caicedo, Á. (2014). Procedimiento para la programación y control de la producción de una pequeña empresa de calzado. *Scientia Et Technica*, 19(4),

377-384. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84933912004>

Peña, L., & Rodríguez, Y. (2018). Procedimiento de Evaluación y Selección de

Proveedores Basado en el Proceso de Análisis Jerárquico y en un Modelo de

Programación Lineal Entera Mixta. *Ingeniería*, 23(3), 230-251.

<https://www.redalyc.org/journal/4988/498858250003/>

Peña, O., & Silva, R. (2016). Factores incidentes sobre la gestión de sistemas de inventario en organizaciones venezolanas. *Telos*, 18(2), 187-207.

Ponsot, E., & Márquez, V. (2000). Modelo de programación lineal de la producción, integrado en un sistema computarizado de producción, inventario y ventas industrial. *Economía*.

[http://iies.faces.ula.ve/revista/Articulos/Revista\\_16/Pdf/Rev16Ponsot.pdf](http://iies.faces.ula.ve/revista/Articulos/Revista_16/Pdf/Rev16Ponsot.pdf)

Rincón, C., & Villareal, F. (2014). *Costos I* (Ediciones de la U).

<https://elibro.net/es/ereader/uta/70231>

Ríos, M. (2018). La influencia del sistema de gestión de costos en los indicadores empresariales de las pymes. *International Journal of Professional Business Review*, 3(1), 17-29. <https://www.redalyc.org/journal/5536/553658821002/>

Rosete, A. (2018). Reformulación eficiente del problema de programación lineal de agregación de rankings. *Ingeniería Industrial*, 39(3), 250-260.

<https://www.redalyc.org/journal/3604/360458817004/>

Sales, A., Guimarães, L., Veiga, A., El-Aouar, W., & Pereira, G. (2020). Risk assessment model in inventory management using the AHP method. *Gestão & Produção*, 27(3).

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0104-530X2020000300205&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0104-530X2020000300205&lng=en&nrm=iso&tlng=en)

Sánchez, S. (2015). *Control de inventarios mediante programación lineal en la empresa la Fortaleza Cia. Ltda.* [Universidad Técnica de Ambato].

<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/10700>

Seguvid. (2021). *Seguvid*. <http://seguvid.com/>

Sierra, D., Andrade, L., Manzano, M., & Lomas, E. (2019). Control interno de inventario como recurso competitivo en una PyME de Guayaquil. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24, 12.

<https://www.redalyc.org/journal/290/29060499014/html/>

Sinisterra, G. (2011). *Contabilidad de costos* (Ecoe Ediciones).

<https://elibro.net/es/ereader/uta/69014>

Taha, H. (2012). *Investigacion de operaciones* (Noveno). Pearson Educación.

[https://www.academia.edu/23181259/Investigacion\\_de\\_operaciones\\_9na\\_Edicion\\_Hamdy\\_A\\_Taha\\_FL](https://www.academia.edu/23181259/Investigacion_de_operaciones_9na_Edicion_Hamdy_A_Taha_FL)

Toro, D. (2014). *Análisis financiero*. Ecoe Ediciones.

Veloz, C., & Parada, O. (2017). Métodos para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones en la gestión de inventarios. *Revista Ciencia Unemi*, 10(22), 29-38. <https://www.redalyc.org/journal/5826/582661263003/>



## ANEXOS

### Anexo 1 Inventario de materia prima de la empresa Seguvid 2020

CÓDIGO	COLOR	ESPESOR	ANCHO	LARGO	UNIDAD	INV. INICIAL	COMPRAS NETAS	INV. FINAL	CANTIDAD ANUAL (m <sup>2</sup> )	VALOR ANUAL (\$/m <sup>2</sup> )	COSTO ANUAL (\$/año)
AC0621403300	ACIDO	6mm.	2140	3300	m2	21,19	197,74	98,87	120,054	17,03	2.044,59
AC1021403660	ACIDO	10mm.	2140	3660	m2	23,50	15,66	0,00	39,16	21,26	832,45
BR0621403300	BRONCE	6mm.	2140	3300	m2	0,00	473,15	14,12	459,03	9,48	4.350,45
BR1024403300	BRONCE	10mm.	2440	3300	m2	0,00	120,78	40,26	80,52	18,80	1.514,10
BR0421403300	BRONCE	4mm.	2140	3300	m2	35,31	176,55	14,12	197,74	7,35	1.452,92
BR0821403300	BRONCE	8mm.	2140	3300	m2	35,31	7,06	7,06	35,31	15,81	558,10
BR0521403300	BRONCE	5mm.	2140	3300	m2	0,00	211,86	148,30	63,56	7,05	447,84
CL1026003600	CLARO	10mm.	2600	3600	m2	468,00	5.896,80	0,00	6.364,8	16,80	106.930,00
CL1024403660	CLARO	10mm.	2440	3660	m2	0,00	3.348,90	62,51	3.286,3872	14,94	49.083,84
CL0826003600	CLARO	8mm.	2600	3600	m2	514,80	3.856,32	56,16	4.314,96	11,78	50.834,47
CL0824403660	CLARO	8mm.	2440	3660	m2	0,00	3.357,83	26,79	3.331,04	13,57	45.203,87
CL0624403660	CLARO	6mm.	2440	3660	m2	491,17	3.465,00	44,65	3.911,52	8,25	32.263,08
CL0422003300	CLARO	4mm.	2200	3300	m2	290,40	3.216,18	36,30	3.470,28	5,84	20.276,76
CL0624003300	CLARO	6mm.	2400	3300	m2	277,20	372,24	23,76	625,68	11,35	7.102,10
CL0621403210	CLARO	6mm.	2140	3210	m2	137,39	357,21	27,48	467,12	13,70	6.398,12
CL0821403300	CLARO	8mm.	2140	3300	m2	0,00	261,29	28,25	233,05	12,58	2.931,72
CL1022003300	CLARO	10mm.	2200	3300	m2	0,00	181,50	0,00	181,50	14,54	2.638,50
CL0622003300	CLARO	6mm.	2200	3300	m2	290,40	181,50	145,20	326,70	7,63	2.491,20
CL0621403300	CLARO	6mm.	2140	3300	m2	0,00	317,79	35,31	282,48	7,59	2.142,80
CL1021403660	CLARO	10mm.	2140	3660	m2	0,00	274,13	109,65	164,48	12,81	2.107,14
CL1221403660	CLARO	12mm.	2140	3660	m2	0,00	109,65	7,83	101,82	18,73	1.907,10
CL0821403300	CLARO	8mm.	2140	3300	m2	176,55	169,49	162,43	183,61	10,15	1.862,90
CL1021403660	CLARO	10mm.	2140	3660	m2	78,32	78,32	46,99	109,65	11,68	1.280,86
CL1921403300	CLARO	19mm.	2140	3300	m2	28,25	0,00	7,06	21,19	36,11	765,00
CL0821403300	CLARO	8mm.	2140	3300	m2	21,19	141,24	98,87	63,56	10,50	667,35
CL1022003600	CLARO	10mm.	2200	3600	m2	0,00	237,60	198,00	39,60	12,63	500,20
DG0421403660	DARK GRAY	4mm.	2140	3660	m2	117,49	485,61	93,99	509,11	8,13	4.138,55
DG0621403660	DARK GRAY	6mm.	2140	3660	m2	0,00	313,30	78,32	234,97	7,28	1.710,00
DG0421403210	DARK GRAY	4mm.	2140	3210	m2	68,69	206,08	103,04	171,74	7,58	1.301,25
DG0521403300	DARK GRAY	5mm.	2140	3300	m2	0,00	197,74	134,18	63,56	10,68	679,05
DG0621403300	DARK GRAY	6mm.	2140	3300	m2	28,25	0,00	14,12	14,12	11,14	157,40
GR1021403660	GRIS	10mm.	2140	3660	m2	39,16	430,78	39,16	430,78	21,20	9.132,75
GR0421403300	GRIS	4mm.	2140	3300	m2	317,79	459,03	112,99	663,83	9,00	5.973,70
GR0622003600	GRIS	6mm.	2200	3600	m2	23,76	380,16	0,00	403,92	11,60	4.686,39
GR0622003300	GRIS	6mm.	2200	3300	m2	43,56	108,90	87,12	65,34	10,15	662,94
VA0621403300	VERDE	6mm.	2140	3300	m2	28,25	310,73	70,62	268,36	10,24	2.747,40
VA0421403300	VERDE	4mm.	2140	3300	m2	70,62	112,99	70,62	112,99	6,90	779,52
VA0621403660	VERDE	6mm.	2140	3660	m2	39,16	23,50	0,00	62,66	9,73	609,52
<b>TOTAL</b>						<b>3665,70</b>	<b>30.054,62</b>	<b>2244,16</b>	<b>31.476,16</b>	<b>471,55</b>	<b>381.165,93</b>

## Anexo 2 Factor de consumo para los artículos esenciales

Cantidad de material consumida en m<sup>2</sup> durante el horizonte de planeación 2020

MES	CL10 2600x3600	CL10 2440x3660	CL08 2600x3600	CL08 2440x3660	CL06 2140x3210	CL04 2200x3300
Enero	312,20	175,50	142,43	165,80	184,93	109,98
Febrero	546,50	123,50	369,90	254,50	321,50	171,77
Marzo	452,50	125,40	133,90	105,20	215,50	125,20
Abril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mayo	437,71	156,30	212,00	375,57	337,71	127,35
Junio	468,56	146,70	245,90	581,13	356,24	211,87
Julio	546,50	463,70	483,50	584,60	295,70	151,93
Agosto	445,40	412,40	478,60	645,80	212,93	80,47
Septiembre	569,40	467,50	389,50	658,40	365,57	95,18
Octubre	378,60	498,30	523,50	489,30	120,18	195,93
Noviembre	489,20	465,30	345,55	627,10	231,32	235,02
Diciembre	472,60	345,80	523,20	386,20	369,26	236,27
<b>TOTAL</b>	<b>5119,17</b>	<b>3380,40</b>	<b>3847,98</b>	<b>4873,60</b>	<b>3010,84</b>	<b>1740,97</b>

Cantidad m<sup>2</sup> producidas durante el horizonte de planeación 2020

MES	LINEA ESTRUCTURAL (m <sup>2</sup> )	LINEA AUTOMOTRIZ (m <sup>2</sup> )	TOTAL MES (m <sup>2</sup> )
Enero	1.459,49	782,83	2.242,32
Febrero	1.582,43	683,48	2.265,91
Marzo	986,86	374,24	1.361,10
Abril	0,00	0,00	0,00
Mayo	1.012,97	139,66	1.152,63
Junio	2.452,96	557,30	3.010,26
Julio	2.765,97	512,01	3.277,98
Agosto	4.820,04	522,69	5.342,73
Septiembre	3.058,40	599,56	3.657,96
Octubre	3.208,84	510,97	3.719,81
Noviembre	3.579,08	620,34	4.199,42
Diciembre	3.077,57	267,26	3.344,83
<b>TOTAL</b>	<b>28.004,60</b>	<b>5.570,34</b>	<b>33.574,95</b>

Factor de consumo determinado mediante la división entre la cantidad consumida y la cantidad de m<sup>2</sup> en la Línea estructural el horizonte de planeación 2020

MES	CL10	CL10	CL08	CL08	CL06	CL04
	2600x3600	2440x3660	2600x3600	2440x3660	2140x3210	2200x3300
Enero	0,21391	0,12025	0,09759	0,11360	0,12671	0,07536
Febrero	0,34535	0,05450	0,23375	0,16083	0,20317	0,10855
Marzo	0,45853	0,09213	0,13568	0,10660	0,21837	0,12687
Abril	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Mayo	0,43211	0,13560	0,20929	0,37076	0,33339	0,12572
Junio	0,19102	0,04873	0,10025	0,23691	0,14523	0,08637
Julio	0,19758	0,14146	0,17480	0,21135	0,10691	0,05493
Agosto	0,09241	0,07719	0,09929	0,13398	0,04418	0,01669
Septiembre	0,18618	0,12780	0,12735	0,21528	0,11953	0,03112
Octubre	0,11799	0,13396	0,16314	0,15249	0,03745	0,06106
Noviembre	0,13668	0,11080	0,09655	0,17521	0,06463	0,06566
Diciembre	0,15356	0,10338	0,17000	0,12549	0,11998	0,07677
<b>TOTAL</b>	<b>2,52531</b>	<b>1,14581</b>	<b>1,60770</b>	<b>2,00250</b>	<b>1,51954</b>	<b>0,82910</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,21044</b>	<b>0,09548</b>	<b>0,13398</b>	<b>0,16688</b>	<b>0,12663</b>	<b>0,06909</b>

### Anexo 3 Inventario al final de cada mes de los m2 de los artículos esenciales

Inventario al final de cada mes de CL1026003600

AÑO	MES	EXISTENCIA (m <sup>2</sup> )	COSTO (\$/m <sup>2</sup> )	TOTAL (\$)
2020	Enero	112,32	16,35	1.836,43
	Febrero	140,4	16,40	2.302,56
	Marzo	131,04	16,23	2.126,78
	Abril	93,6	16,35	1.530,36
	Mayo	93,6	16,35	1.530,36
	Junio	112,32	16,24	1.824,08
	Julio	84,24	16,37	1.379,01
	Agosto	140,4	16,46	2.310,98
	Septiembre	93,6	16,79	1.571,54
	Octubre	74,88	16,45	1.231,78
	Noviembre	140,4	16,65	2.337,66
	Diciembre	65,52	16,25	1.064,70

Inventario al final de cada mes de CL1024403660

AÑO	MES	EXISTENCIA (m <sup>2</sup> )	COSTO (\$/m <sup>2</sup> )	TOTAL (\$)
2020	Enero	89,30	14,30	1.277,05
	Febrero	133,96	14,32	1.918,25
	Marzo	44,65	14,35	640,76
	Abril	107,16	14,33	1.535,67
	Mayo	107,16	14,33	1.535,67
	Junio	142,89	14,36	2.051,85
	Julio	44,65	14,40	642,99
	Agosto	116,10	14,45	1.677,58
	Septiembre	71,44	14,56	1.040,21
	Octubre	80,37	14,46	1.162,20
	Noviembre	116,10	14,42	1.674,09
	Diciembre	107,16	14,38	1.541,03

Inventario al final de cada mes de CL0826003600

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>EXISTENCIA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>COSTO (\$/m<sup>2</sup>)</b>	<b>TOTAL (\$)</b>
2020	Enero	168,48	11,46	1.930,78
	Febrero	93,6	11,49	1.075,46
	Marzo	46,8	11,70	547,56
	Abril	131,04	11,48	1.504,34
	Mayo	131,04	11,48	1.504,34
	Junio	168,48	11,31	1.905,51
	Julio	74,88	11,36	850,64
	Agosto	159,12	11,41	1.815,56
	Septiembre	149,76	11,37	1.702,77
	Octubre	84,24	11,29	951,07
	Noviembre	168,48	11,45	1.929,10
	Diciembre	112,32	11,27	1.265,85

Inventario al final de cada mes de CL0824403660

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>EXISTENCIA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>COSTO (\$/m<sup>2</sup>)</b>	<b>TOTAL (\$)</b>
2020	Enero	107,16	13,23	1.417,79
	Febrero	125,03	13,45	1.681,59
	Marzo	116,10	13,23	1.535,94
	Abril	133,96	13,48	1.805,73
	Mayo	133,96	13,48	1.805,73
	Junio	107,16	13,15	1.409,22
	Julio	89,30	13,89	1.240,43
	Agosto	116,10	13,47	1.563,80
	Septiembre	125,03	13,42	1.677,84
	Octubre	142,89	13,63	1.947,54
	Noviembre	107,16	13,42	1.438,15
	Diciembre	35,72	13,19	471,17

Inventario al final de cada mes de CL0624403660

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>EXISTENCIA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>COSTO (\$/m<sup>2</sup>)</b>	<b>TOTAL (\$)</b>
2020	Enero	133,96	8,45	1.131,93
	Febrero	125,03	8,65	1.081,47
	Marzo	89,30	8,78	784,09
	Abril	71,44	8,63	616,55
	Mayo	71,44	8,63	616,55
	Junio	133,96	8,64	1.157,38
	Julio	107,16	8,45	905,54
	Agosto	116,10	8,56	993,77
	Septiembre	151,82	8,56	1.299,55
	Octubre	107,16	8,60	921,62
	Noviembre	71,44	8,54	610,12
	Diciembre	89,30	8,66	773,37

Inventario al final de cada mes de CL0422003300

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>EXISTENCIA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>COSTO (\$/m<sup>2</sup>)</b>	<b>TOTAL (\$)</b>
2020	Enero	101,64	5,45	553,94
	Febrero	87,12	5,66	493,10
	Marzo	108,9	5,56	605,48
	Abril	94,38	5,23	493,61
	Mayo	94,38	5,23	493,61
	Junio	72,6	5,23	379,70
	Julio	58,08	5,56	322,92
	Agosto	65,34	5,85	382,24
	Septiembre	50,82	5,64	286,62
	Octubre	87,12	5,56	484,39
	Noviembre	72,6	5,48	397,85
	Diciembre	101,64	5,42	550,89

## Anexo 4 Costo de almacenamiento mensual de los artículos cruciales

### Costo de almacenamiento mensual para CL1026003600

AÑO	MES	CANTIDAD DE MATERIAL (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (MES)	PRECIO UNITARIO (\$/m <sup>2</sup> )	TASA DE ALMACENAMIENTO (%)	COSTO DE ALMACENAMIENTO (\$)	COSTO DE MANTENER UNA UNIDAD (\$/m <sup>2</sup> )
2020	Enero	112,32	1	16,35	25%	229,55	2,04
	Febrero	140,4	1	16,40	25%	287,82	2,05
	Marzo	131,04	1	16,23	25%	265,85	2,03
	Abril	93,6	1	16,35	25%	191,30	2,04
	Mayo	93,6	1	16,35	25%	191,30	2,04
	Junio	112,32	1	16,24	25%	228,01	2,03
	Julio	84,24	1	16,37	25%	172,38	2,05
	Agosto	140,4	1	16,46	25%	288,87	2,06
	Septiembre	93,6	1	16,79	25%	196,44	2,10
	Octubre	74,88	1	16,45	25%	153,97	2,06
	Noviembre	140,4	1	16,65	25%	292,21	2,08
	Diciembre	65,52	1	16,25	25%	133,09	2,03

### Costo de almacenamiento mensual para CL1024403660

AÑO	MES	CANTIDAD DE MATERIAL (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (MES)	PRECIO UNITARIO (\$/m <sup>2</sup> )	TASA DE ALMACENAMIENTO (%)	COSTO DE ALMACENAMIENTO (\$)	COSTO DE MANTENER UNA UNIDAD (\$/m <sup>2</sup> )
2020	Enero	89,304	1	14,30	25%	159,63	1,79
	Febrero	133,956	1	14,32	25%	239,78	1,79
	Marzo	44,652	1	14,35	25%	80,09	1,79
	Abril	107,1648	1	14,33	25%	191,96	1,79
	Mayo	107,1648	1	14,33	25%	191,96	1,79
	Junio	142,8864	1	14,36	25%	256,48	1,80
	Julio	44,652	1	14,40	25%	80,37	1,80
	Agosto	116,0952	1	14,45	25%	209,70	1,81
	Septiembre	71,4432	1	14,56	25%	130,03	1,82
	Octubre	80,3736	1	14,46	25%	145,28	1,81
	Noviembre	116,0952	1	14,42	25%	209,26	1,80
	Diciembre	107,1648	1	14,38	25%	192,63	1,80

### Costo de almacenamiento mensual para CL0826003600

AÑO	MES	CANTIDAD DE MATERIAL (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (MES)	PRECIO UNITARIO (\$/m <sup>2</sup> )	TASA DE ALMACENAMIENTO (%)	COSTO DE ALMACENAMIENTO (\$)	COSTO DE MANTENER UNA UNIDAD (\$/m <sup>2</sup> )
2020	Enero	168,48	1	11,46	25%	241,35	1,43
	Febrero	93,6	1	11,49	25%	134,43	1,44
	Marzo	46,8	1	11,70	25%	68,45	1,46
	Abril	131,04	1	11,48	25%	188,04	1,44
	Mayo	131,04	1	11,48	25%	188,04	1,44
	Junio	168,48	1	11,31	25%	238,19	1,41
	Julio	74,88	1	11,36	25%	106,33	1,42
	Agosto	159,12	1	11,41	25%	226,94	1,43
	Septiembre	149,76	1	11,37	25%	212,85	1,42
	Octubre	84,24	1	11,29	25%	118,88	1,41
	Noviembre	168,48	1	11,45	25%	241,14	1,43
	Diciembre	112,32	1	11,27	25%	158,23	1,41

### Costo de almacenamiento mensual para CL0824403660

AÑO	MES	CANTIDAD DE MATERIAL (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (MES)	PRECIO UNITARIO (\$/m <sup>2</sup> )	TASA DE ALMACENAMIENTO (%)	COSTO DE ALMACENAMIENTO (\$)	COSTO DE MANTENER UNA UNIDAD (\$/m <sup>2</sup> )
2020	Enero	107,1648	1	13,23	25%	177,22	1,65
	Febrero	125,0256	1	13,45	25%	210,20	1,68
	Marzo	116,0952	1	13,23	25%	191,99	1,65
	Abril	133,956	1	13,48	25%	225,72	1,69
	Mayo	133,956	1	13,48	25%	225,72	1,69
	Junio	107,1648	1	13,15	25%	176,15	1,64
	Julio	89,304	1	13,89	25%	155,05	1,74
	Agosto	116,0952	1	13,47	25%	195,48	1,68
	Septiembre	125,0256	1	13,42	25%	209,73	1,68
	Octubre	142,8864	1	13,63	25%	243,44	1,70
	Noviembre	107,1648	1	13,42	25%	179,77	1,68
	Diciembre	35,7216	1	13,19	25%	58,90	1,65

### Costo de almacenamiento mensual para CL0624403660

AÑO	MES	CANTIDAD DE MATERIAL (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (MES)	PRECIO UNITARIO (\$/m <sup>2</sup> )	TASA DE ALMACENAMIENTO (%)	COSTO DE ALMACENAMIENTO (\$)	COSTO DE MANTENER UNA UNIDAD (\$/m <sup>2</sup> )
2020	Enero	133,956	1	8,45	25%	141,49	1,06
	Febrero	125,0256	1	8,65	25%	135,18	1,08
	Marzo	89,304	1	8,78	25%	98,01	1,10
	Abril	71,4432	1	8,63	25%	77,07	1,08
	Mayo	71,4432	1	8,63	25%	77,07	1,08
	Junio	133,956	1	8,64	25%	144,67	1,08
	Julio	107,1648	1	8,45	25%	113,19	1,06
	Agosto	116,0952	1	8,56	25%	124,22	1,07
	Septiembre	151,8168	1	8,56	25%	162,44	1,07
	Octubre	107,1648	1	8,60	25%	115,20	1,08
	Noviembre	71,4432	1	8,54	25%	76,27	1,07
	Diciembre	89,304	1	8,66	25%	96,67	1,08

### Costo de almacenamiento mensual para CL0422003300

AÑO	MES	CANTIDAD DE MATERIAL (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (MES)	PRECIO UNITARIO (\$/m <sup>2</sup> )	TASA DE ALMACENAMIENTO (%)	COSTO DE ALMACENAMIENTO (\$)	COSTO DE MANTENER UNA UNIDAD (\$/m <sup>2</sup> )
2020	Enero	101,64	1	5,45	25%	69,24	0,68
	Febrero	87,12	1	5,66	25%	61,64	0,71
	Marzo	108,9	1	5,56	25%	75,69	0,70
	Abril	94,38	1	5,23	25%	61,70	0,65
	Mayo	94,38	1	5,23	25%	61,70	0,65
	Junio	72,6	1	5,23	25%	47,46	0,65
	Julio	58,08	1	5,56	25%	40,37	0,70
	Agosto	65,34	1	5,85	25%	47,78	0,73
	Septiembre	50,82	1	5,64	25%	35,83	0,71
	Octubre	87,12	1	5,56	25%	60,55	0,70
	Noviembre	72,6	1	5,48	25%	49,73	0,69
	Diciembre	101,64	1	5,42	25%	68,86	0,68



## Anexo 5 Costo de almacenamiento mensual de los artículos esenciales

Costo de almacenamiento mensual para CL1026003600

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>CANTIDAD PRODUCIDA (m<sup>2</sup>)</b>
2020	Enero	374,40
	Febrero	355,68
	Marzo	393,12
	Abril	0,00
	Mayo	561,60
	Junio	542,88
	Julio	589,68
	Agosto	608,40
	Septiembre	823,68
	Octubre	711,36
	Noviembre	730,08
	Diciembre	673,92
<b>TOTAL</b>	<b>6.364,80</b>	

Costo de almacenamiento mensual para CL1024403660

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>CANTIDAD PRODUCIDA (m<sup>2</sup>)</b>
2020	Enero	196,47
	Febrero	223,26
	Marzo	160,75
	Abril	0,00
	Mayo	267,91
	Junio	312,56
	Julio	384,01
	Agosto	348,29
	Septiembre	312,56
	Octubre	366,15
	Noviembre	312,56
	Diciembre	401,87
<b>TOTAL</b>	<b>3.286,39</b>	

Costo de almacenamiento mensual para CL0826003600

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>CANTIDAD PRODUCIDA (m<sup>2</sup>)</b>
2020	Enero	243,36
	Febrero	177,84
	Marzo	140,4
	Abril	0,00
	Mayo	524,16
	Junio	430,56
	Julio	421,2
	Agosto	486,72
	Septiembre	458,64
	Octubre	449,28
	Noviembre	468
	Diciembre	514,8
<b>TOTAL</b>		<b>4.314,96</b>

Costo de almacenamiento mensual para CL0824403660

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>CANTIDAD PRODUCIDA (m<sup>2</sup>)</b>
2020	Enero	169,68
	Febrero	169,68
	Marzo	205,40
	Abril	0,00
	Mayo	321,49
	Junio	348,29
	Julio	312,56
	Agosto	419,73
	Septiembre	330,42
	Octubre	375,08
	Noviembre	303,63
	Diciembre	375,08
<b>TOTAL</b>		<b>3.331,04</b>

Costo de almacenamiento mensual para CL0624403660

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>CANTIDAD PRODUCIDA (m<sup>2</sup>)</b>
2020	Enero	169,68
	Febrero	250,05
	Marzo	178,61
	Abril	0,00
	Mayo	303,63
	Junio	321,49
	Julio	491,17
	Agosto	500,10
	Septiembre	482,24
	Octubre	401,87
	Noviembre	419,73
	Diciembre	392,94
<b>TOTAL</b>	<b>3.911,52</b>	

Costo de almacenamiento mensual para CL0422003300

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>CANTIDAD PRODUCIDA (m<sup>2</sup>)</b>
2020	Enero	196,02
	Febrero	188,76
	Marzo	203,28
	Abril	0,00
	Mayo	283,14
	Junio	290,4
	Julio	341,22
	Agosto	406,56
	Septiembre	428,34
	Octubre	377,52
	Noviembre	370,26
	Diciembre	384,78
<b>TOTAL</b>	<b>3.470,28</b>	

## Anexo 6 Modelos de optimización de los artículos esenciales en Lingo

### Artículo lámina de vidrio flotado con código CL1024403660

```
MODEL:

TITLE MODELO DE OPTIMIZACIÓN PARA LA ADECUADA GESTIÓN DE INVENTARIO;

SETS:

m/1..12/:Costo1,Costo2,Costo3,D,L,X,Y,Z; !Definición de las variables;
n/1..12/; !Índice j;

ENDSETS

DATA:

Costo1 = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL1024403660\Datos.XLSX'); !Costo unitario del producto;
Costo2 = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL1024403660\Datos.XLSX'); !Costo unitario de almacenamiento del artículo;
Costo3 = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL1024403660\Datos.XLSX'); !Costo unitario por faltante del artículo;
D = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL1024403660\Datos.XLSX'); !Demanda;
L = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL1024403660\Datos.XLSX'); !Capacidad de producción;
Io = 107.16; !Inventario inicial;

ENDDATA

MIN = @sum(m(i):Costo1(i)*X(i) + Costo2(i)*Y(i) + Costo3(i)*Z(i)); !FUNCIÓN OBJETIVO;

@for(m(i): Y(i) = @sum(n(j)|j#LE#i:X(j)) + Z(i) + Io - @sum(n(j)|j#LE#i:D(j))); !Restricción de nivel de
inventarios;
@for(m(i): X(i) <= L(i)); !Restricción de capacidad de producción;
@for(m(i)|i#GE#12:Z(i)=0); !Restricción de falta de unidad en inventarios;

END
```

## Artículo lámina de vidrio flotado con código CL0826003600

```
MODEL:

TITLE MODELO DE OPTIMIZACIÓN PARA LA ADECUADA GESTIÓN DE INVENTARIO;

SETS:

m/1..12/:Costo1,Costo2,Costo3,D,L,X,Y,Z; !Definición de las variables;
n/1..12/; !Índice j;

ENDSETS

DATA:

Costo1 = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0826003600\Datos.XLSX'); !Costo unitario del producto;
Costo2 = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0826003600\Datos.XLSX'); !Costo unitario de almacenamiento del artículo;
Costo3 = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0826003600\Datos.XLSX'); !Costo unitario por faltante del artículo;
D = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0826003600\Datos.XLSX'); !Demanda;
L = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0826003600\Datos.XLSX'); !Capacidad de producción;
Io = 112.32; !Inventario inicial;

ENDDATA

MIN = @sum(m(i):Costo1(i)*X(i) + Costo2(i)*Y(i) + Costo3(i)*Z(i)); !FUNCIÓN OBJETIVO;

@for(m(i): Y(i) = @sum(n(j)|j#LE#i:X(j)) + Z(i) + Io - @sum(n(j)|j#LE#i:D(j)));!Restricción de nivel de
inventarios;
@for(m(i): X(i) <= L(i));!Restricción de capacidad de producción;
@for(m(i)|i#GE#12:Z(i)=0);!Restricción de falta de unidad en inventarios;

END
```

## Artículo lámina de vidrio flotado con código CL0824403660

```
MODEL:

TITLE MODELO DE OPTIMIZACIÓN PARA LA ADECUADA GESTIÓN DE INVENTARIO;

SETS:

m/1..12/:Costo1,Costo2,Costo3,D,L,X,Y,Z; !Definición de las variables;
n/1..12/; !Índice j;

ENDSETS

DATA:

Costo1 = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0824403660\Datos.XLSX'); !Costo unitario del producto;
Costo2 = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0824403660\Datos.XLSX'); !Costo unitario de almacenamiento del artículo;
Costo3 = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0824403660\Datos.XLSX'); !Costo unitario por faltante del artículo;
D = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0824403660\Datos.XLSX'); !Demanda;
L = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0824403660\Datos.XLSX'); !Capacidad de producción;
Io = 35.72; !Inventario inicial;

ENDDATA

MIN = @sum(m(i):Costo1(i)*X(i) + Costo2(i)*Y(i) + Costo3(i)*Z(i)); !FUNCIÓN OBJETIVO;

@for(m(i): Y(i) = @sum(n(j)|j#LE#i:X(j)) + Z(i) + Io - @sum(n(j)|j#LE#i:D(j)));!Restricción de nivel de inventarios;
@for(m(i): X(i) <= L(i));!Restricción de capacidad de producción;
@for(m(i)|i#GE#12:Z(i)=0);!Restricción de falta de unidad en inventarios;

END
```

## Artículo lámina de vidrio flotado con código CL0624403660

```
MODEL:

TITLE MODELO DE OPTIMIZACIÓN PARA LA ADECUADA GESTIÓN DE INVENTARIO;

SETS:

m/1..12/:Costo1,Costo2,Costo3,D,L,X,Y,Z; !Definición de las variables;
n/1..12/; !Índice j;

ENDSETS

DATA:

Costo1 = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0624403660\Datos.XLSX'); !Costo unitario del producto;
Costo2 = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0624403660\Datos.XLSX'); !Costo unitario de almacenamiento del artículo;
Costo3 = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0624403660\Datos.XLSX'); !Costo unitario por faltante del artículo;
D = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0624403660\Datos.XLSX'); !Demanda;
L = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0624403660\Datos.XLSX'); !Capacidad de producción;
Io = 89.30; !Inventario inicial;

ENDDATA

MIN = @sum(m(i):Costo1(i)*X(i) + Costo2(i)*Y(i) + Costo3(i)*Z(i)); !FUNCIÓN OBJETIVO;

@for(m(i): Y(i) = @sum(n(j)|j#LE#i:X(j)) + Z(i) + Io - @sum(n(j)|j#LE#i:D(j)));!Restricción de nivel de inventarios;
@for(m(i): X(i) <= L(i));!Restricción de capacidad de producción;
@for(m(i)|i#GE#12:Z(i)=0);!Restricción de falta de unidad en inventarios;

END
```

## Artículo lámina de vidrio flotado con código CL0422003300

```
MODEL:

TITLE MODELO DE OPTIMIZACIÓN PARA LA ADECUADA GESTIÓN DE INVENTARIO;

SETS:

m/1..12/:Costo1,Costo2,Costo3,D,L,X,Y,Z; !Definición de las variables;
n/1..12/; !Índice j;

ENDSETS

DATA:

Costo1 = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0422003300\Datos.XLSX'); !Costo unitario del producto;
Costo2 = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0422003300\Datos.XLSX'); !Costo unitario de almacenamiento del artículo;
Costo3 = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0422003300\Datos.XLSX'); !Costo unitario por faltante del artículo;
D = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0422003300\Datos.XLSX'); !Demanda;
L = @OLE('D:\Inventario\Artículo_CL0422003300\Datos.XLSX'); !Capacidad de producción;
Io = 101.64; !Inventario inicial;

ENDDATA

MIN = @sum(m(i):Costo1(i)*X(i) + Costo2(i)*Y(i) + Costo3(i)*Z(i)); !FUNCIÓN OBJETIVO;

@for(m(i): Y(i) = @sum(n(j)|j#LE#i:X(j)) + Z(i) + Io - @sum(n(j)|j#LE#i:D(j)));!Restricción de nivel de inventarios;
@for(m(i): X(i) <= L(i));!Restricción de capacidad de producción;
@for(m(i)|i#GE#12:Z(i)=0);!Restricción de falta de unidad en inventarios;

END
```



**Anexo 7** Utilidad bruta del período 2020-2021

Utilidad bruta del período 2020

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD 2020</b> (m <sup>2</sup> )	<b>INGRESOS 2020</b> (\$)	<b>COSTO TOTAL</b> <b>2020 (\$)</b>	<b>UTILIDAD</b> <b>BRUTA 2020</b> (\$)
CL1026003600	VIDRIO CLARO FLOTADO 10MM 2600 X 3600	6.364,80	143.462,59	107.596,94	35.865,65
CL1024403660	VIDRIO CLARO FLOTADO 10MM 2440 X 3660	3.286,39	67.502,39	50.626,79	16.875,60
CL0826003600	VIDRIO CLARO FLOTADO 08MM 2600 X 3600	4.314,96	74.605,66	55.954,24	18.651,41
CL0824403660	VIDRIO CLARO FLOTADO 08MM 2440 X 3660	3.331,04	64.255,75	48.191,81	16.063,94
CL0624403660	VIDRIO CLARO FLOTADO 06MM 2140 X 3210	3.911,52	56.560,51	42.420,38	14.140,13
CL0422003300	VIDRIO CLARO FLOTADO 04MM 2200 X 3300	3.470,28	44.003,15	33.002,36	11.000,79
	<b>Σ</b>	<b>24.678,98</b>	<b>450.390,05</b>	<b>337.792,54</b>	<b>112.597,51</b>

Utilidad bruta del período 2021

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD 2021</b> (m <sup>2</sup> )	<b>INGRESOS 2021</b> (\$)	<b>COSTO TOTAL</b> <b>2021 (\$)</b>	<b>UTILIDAD</b> <b>BRUTA 2021</b> (\$)
CL1026003600	VIDRIO CLARO FLOTADO 10MM 2600 X 3600	6.344,12	142.996,42	104.255,80	38.740,62
CL1024403660	VIDRIO CLARO FLOTADO 10MM 2440 X 3660	2.801,10	60.335,65	40.370,70	19.964,95
CL0826003600	VIDRIO CLARO FLOTADO 08MM 2600 X 3600	3.968,29	80.516,61	45.224,86	35.291,75
CL0824403660	VIDRIO CLARO FLOTADO 08MM 2440 X 3660	3.206,95	68.275,94	42.732,00	25.543,94
CL0624403660	VIDRIO CLARO FLOTADO 06MM 2140 X 3210	3.767,54	58.246,19	31.359,84	26.886,35
CL0422003300	VIDRIO CLARO FLOTADO 04MM 2200 X 3300	2.002,75	33.405,95	11.042,05	22.363,90
	<b>Σ</b>	<b>22.090,75</b>	<b>443.776,75</b>	<b>274.985,25</b>	<b>168.791,50</b>

## Anexo 8 RUC



**Certificado**  
Registro Único de Contribuyentes

<b>Apellidos y nombres</b> ESPIN ORTIZ RAUL MARCELO		<b>Número RUC</b> 1802132512001
<b>Estado</b> ACTIVO	<b>Régimen</b> REGIMEN GENERAL	<b>Artesano</b> No registra
<b>Fecha de registro</b> 10/11/2000	<b>Fecha de actualización</b> 12/08/2021	
<b>Inicio de actividades</b> 10/11/2000	<b>Reinicio de actividades</b> No registra	<b>Cese de actividades</b> No registra
<b>Jurisdicción</b> ZONA 3 / TUNGURAHUA / AMBATO		<b>Obligado a llevar contabilidad</b> SI
<b>Tipo</b> PERSONAS NATURALES	<b>Agente de retención</b> NO	<b>Contribuyente especial</b> NO

### Domicilio tributario

#### Ubicación geográfica

**Provincia:** TUNGURAHUA **Cantón:** AMBATO **Parroquia:** AUGUSTO N. MARTINEZ (MUNDUGLEO)

#### Dirección

**Barrio:** SAMANGA **Calle:** CAMINO REAL **Número:** SN **Intersección:** SAGRADO CORAZON **Referencia:** A TRES CUADRAS DE LA SEGUNDA ETAPA DEL PARQUE DE LOS RECUERDOS, GALPON COLOR BLANCO

### Medios de contacto

**Teléfono domicilio:** 032588526 **Email:** fabricaseguvit@hotmail.com **Celular:** 0982980854

### Actividades económicas

- C23101104 - FABRICACIÓN DE VIDRIO TEMPLADO O LAMINADO.
- H49230101 - TODAS LAS ACTIVIDADES DE TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERA, INCLUIDO EN CAMIONETAS DE: TRONCOS, GANADO, TRANSPORTE REFRIGERADO, CARGA PESADA, CARGA A GRANEL, INCLUIDO EL TRANSPORTE EN CAMIONES CISTERNA, AUTOMÓVILES, DESPERDICIOS Y MATERIALES DE DESECHO, SIN RECOGIDA NI ELIMINACIÓN.
- C25110301 - FABRICACIÓN DE PUERTAS Y VENTANAS DE METAL Y SUS MARCOS (INCLUSO ENROLLABLES), POSTIGOS(PUERTAS) Y PORTALES, BALCONES, ESCALERAS, REJAS, TABIQUES DE METAL PARA FIJAR AL SUELO, ETCÉTERA.

### Establecimientos

<b>Abiertos</b> 2	<b>Cerrados</b> 0
----------------------	----------------------

### Obligaciones tributarias

- 1011 - DECLARACIÓN DE IMPUESTO A LA RENTA PERSONAS NATURALES
- 2011 DECLARACION DE IVA
- ANEXO TRANSACCIONAL SIMPLIFICADO

1/2

[www.sri.gob.ec](http://www.sri.gob.ec)

**Apellidos y nombres**  
ESPIN ORTIZ RAUL MARCELO

**Número RUC**  
1802132512001

**i** Las obligaciones tributarias reflejadas en este documento están sujetas a cambios. Revise periódicamente sus obligaciones tributarias en [www.sri.gob.ec](http://www.sri.gob.ec).

**Números del RUC anteriores**

No registra




Código de verificación: CATRCR2022000235343  
Fecha y hora de emisión: 25 de enero de 2022 19:04  
Dirección IP: 10.1.2.142

Validez del certificado: El presente certificado es válido de conformidad a lo establecido en la Resolución No. NAC-DGERCGC15-00000217, publicada en el Tercer Suplemento del Registro Oficial 462 del 19 de marzo de 2015, por lo que no requiere sello ni firma por parte de la Administración Tributaria, mismo que lo puede verificar en la página transaccional SRI en línea y/o en la aplicación SRI Móvil.





# Anexo 11 Orden de compra

		<b>ORDEN DE COMPRA</b>		CP-RG-PR01-02
				Revisión 1
				Fecha: 22/02/2021
<b>PROVEEDOR:</b> _____				
<b>FECHA:</b> _____ viernes, 3 de diciembre de 2021				
<b>ORDEN DE COMPRA N°</b>				<b>555</b>
CANT.	UNI.	DESCRIPCION	COSTO	TOTAL
1				
1				\$ -
<b>RESPONSABLE:</b> _____ <b>SOLICITANTE:</b> _____				
<b>AUTORIZADO POR:</b> _____				
RECEPCION DEL MATERIAL EN CONFORMIDAD				
<b>Cantidad solicitada:</b>		Cantidad		
		Planchas Enteras		
		Planchas Rotas		
<b>Condiciones de producto</b>		Cantidad		
		Planchas Limpias		
		Planchas Manchadas		
<b>Especificaciones de producto</b>		Color	Espesor	Medida
				Cantidad
		Color	Espesor	Medida
				Cantidad
		Color	Espesor	Medida
				Cantidad
		Color	Espesor	Medida
				Cantidad
<b>Condiciones de embalaje</b>		Empaque del producto		
RECBIDO POR		FECHA		FIRMA
OBSERVACIONES				
EVALUACION DE ENTREGAS PROVEEDORES				
	1	2	3	TOTAL
Puntualidad				Conforme <input type="checkbox"/> No conforme <input type="checkbox"/>
Calidad				
Preco				
Empaque				

