



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**

**BUSINESS SCHOOL**

**TRABAJO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE  
MAGÍSTER EN GESTIÓN ESTRATÉGICA EN CADENA DE  
SUMINISTROS**

**DISEÑO DE UN MODELO DE CADENA DE SUMINISTRO  
DIGITAL APLICANDO UNA METODOLOGÍA PARA  
OPTIMIZAR EL INVENTARIO DE PRODUCTO  
TERMINADO EMPACADO PARA EL 20% DE CLIENTES  
CON MAYOR VOLUMEN DE VENTAS DE LA EMPRESA  
INTERAMERICANA DE PRODUCTOS QUÍMICOS DEL  
ECUADOR S.A.**

**AUTOR: Cristian Javier Pazmiño Eras**

**DIRECTOR: Santiago Jácome, Magister**

**2022**

**Quito, Ecuador**

## CERTIFICACIÓN

Yo, Cristian Javier Pazmiño Eras, declaro que soy el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal. Todo los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de mi sola y exclusiva responsabilidad.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



Cristian Javier Pazmiño Eras

Yo, Santiago Jácome, declaro que, personalmente conozco que el graduando: Cristian Javier Pazmiño Eras, es el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal suya.



---

Santiago Jácome

## **DEDICATORIA**

A mi Dios infinito por proporcionarme la sabiduría y constancia para alcanzar este nuevo objetivo académico.

A mis padres y hermana por ser el ejemplo y apoyo para conseguir mis objetivos personales y profesionales.

A mi amada esposa, mis hijos y especialmente a Camilito, quienes constituyen el principal estímulo que me alienta para lograr mis metas.

## AGRADECIMIENTOS

A mi Dios amado, ser infinito que me ha iluminado para cumplir satisfactoriamente con este logro profesional.

A mis padres por su paciencia, constancia y ejemplo han formado en mi un ser humano íntegro.

A mi esposa e hijos por su comprensión, fortaleza, amor y acompañamiento en este arduo y exigente camino.

A la Universidad Internacional del Ecuador y a cada uno de mis profesores de la Maestría en Gestión Estratégica en Cadena de Suministros.

A mi director de tesis Mg. Santiago Jácome por su acertada dirección, orientación y aporte de conocimientos.

## Índice

CAPÍTULO I: ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	ix
1.1. Problema para Investigar.....	1
1.2. Tema del trabajo de investigación.....	2
1.3. Objetivos de la investigación .....	3
1.3.1. Objetivo General:.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos: .....	3
1.4. Justificación, práctica y delimitación.....	3
1.5. Tipo de investigación .....	4
1.6. Población y muestra .....	4
1.7. Fuentes de recolección de información.....	5
1.8. Técnicas de recolección de información .....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Cadena de suministro .....	6
2.2. Objetivos de una cadena de suministro.....	7
2.3. Los retos de la logística en la sociedad digitalizada .....	7
2.4. La cadena de suministro y las tecnologías disruptivas.....	8
2.5. ¿Qué es la cadena de suministro 4.0?.....	8
2.6. Pronóstico de la demanda.....	9
2.7. Análisis de Series de Tiempo.....	9
2.8. Promedio Móvil Ponderado .....	10
2.9. Suavización Exponencial .....	11
CAPÍTULO III: RESULTADOS INVESTIGATIVOS .....	12
3.1. ANTECEDENTES.....	12
3.1.1. Análisis FODA .....	13
3.1.2. Proceso actual de control de inventarios.....	15
3.2. Ficha Técnica .....	17
3.2.1. Alcance .....	17
3.2.2. Objeto.....	17
3.2.3. Método .....	17
3.2.4. Situación .....	17
3.2.5. Público Objetivo .....	18
3.2.6. Enfoque y técnica.....	18
3.3. Objetivos de la investigación .....	19
3.3.1. Objetivo general.....	19
3.3.2. Objetivos específicos .....	19
3.4. Resultados .....	19
3.4.1. Diagnóstico situacional.....	19

3.4.2.	Planificación del inventario .....	19
3.4.3.	Política de inventario .....	20
3.4.4.	Punto de reorden .....	20
3.4.5.	Modelo de pronóstico de la demanda .....	21
<b>CAPÍTULO IV: PROPUESTA .....</b>		<b>25</b>
4.1.	Definición de la metodología de planificación de inventario de producto terminado.....	25
4.1.1.	Análisis ABC por línea para el producto terminado empacado .....	25
4.1.2.	Punto de pedido o de reorden.....	26
4.1.3.	Existencias de Seguridad.....	29
4.1.4.	Comparativo pronóstico aplicando método de promedios móviles vs. método suavización exponencial.....	31
4.1.5.	Publicación de la planificación del inventario en pantallas led .....	33
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>34</b>
5.1.	Conclusiones .....	34
5.2.	Recomendaciones.....	35
<b>Bibliografía .....</b>		<b>36</b>

## Índice de figuras

Figura 1. Análisis FODA .....	14
Figura 2. Flujograma del proceso de control de inventarios.....	16
Figura 3. Tabla de planificación de la producción.....	20
Figura 4. Lista de clientes de producto terminado empacado.....	22
Figura 5. Forecast producto terminado 2020-2021 .....	22
Figura 6. Ventas de Producto Terminado 2020-2021 .....	23
Figura 7. Cálculo del cumplimiento ácido.....	23
Figura 8. Gráfico del cumplimiento ácido .....	24
Figura 9. Clasificación ABC por línea.....	26
Figura 10. Punto de reorden línea de productos Emulsiones de Pvac .....	28
Figura 11. Inventario de seguridad línea de productos Emulsiones de Pvac.....	30
Figura 12. Pronóstico mes 13 con método de promedios móviles y suavización exponencial .....	32

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Plan de muestreo.....	4
<b>Tabla 2:</b> Porcentaje SKU por método de pronóstico .....	31
<b>Tabla 3:</b> Tabla de planificación de la producción.....	33

## RESUMEN

El estudio a continuación tiene como objetivo definir un Modelo de Cadena de Suministro Digital aplicando una metodología para optimizar el inventario de producto terminado empacado para el 20% de clientes con mayor volumen de ventas de la Empresa Interamericana de Productos Químicos del Ecuador S.A.

Inicialmente se evaluó la metodología que se aplica en la planificación del inventario de producto terminado empacado en la empresa, mediante el levantamiento de la información en el entorno natural de la empresa.

Se evidenció que el proceso de planificación del inventario no usa ninguna herramienta o método para el control y optimización.

El enfoque del estudio abarcará el diseño de un modelo de cadena de suministro digital con énfasis en la optimización del inventario de producto terminado empacado mediante el conocimiento, aprendizaje y puesta en práctica de teorías para calcular el stock de seguridad, el punto de reorden, el pronóstico de las referencias usando promedios móviles y suavización exponencial además de la clasificación ABC para la línea de productos terminados empacados. El resultado de toda la información se compartirá en línea con los diferentes procesos para lo cual se maximizará el uso de las pantallas led que disponen la compañía y se robustecerá la actual cadena de suministro digital.

**Palabras clave:** Planificación de inventarios, stock de seguridad, punto de reorden, suavizamiento exponencial, promedios móviles.

## ABSTRACT

The study below aims to define a Digital Supply Chain Model applying a methodology to optimize the inventory of packaged finished products for the 20% of clients with the highest sales volume of Empresa Interamericana de Productos Químicos del Ecuador S.A.

Initially, the methodology applied in the planning of the finished product inventory packed in the company was evaluated, by collecting information in the natural environment of the company.

It was evidenced that the inventory planning process does not use any tool or method for control and optimization.

The focus of the study will include the design of a digital supply chain model with emphasis on the optimization of packaged finished product inventory through the knowledge, learning, and implementation of theories to calculate the safety stock, the reorder point, the reference forecast using moving averages and exponential smoothing in addition to ABC classification for the finished packaged goods line. The result of all the information will be shared online with the different processes, for which the use of the company's LED screens will be maximized and the current digital supply chain will be strengthened.

**Keywords:** Inventory planning, safety stock, reorder point, exponential smoothing, moving averages.

## **CAPÍTULO I: ASPECTOS METODOLÓGICOS**

### **1.1. Problema para Investigar**

La globalización, los nuevos escenarios de competitividad empresarial y las tecnologías avanzadas promueven un cambio vertiginoso en la estrategia de las empresas y en la forma en que las compañías gestionan sus procesos a lo largo de toda la cadena de suministro para lograr la excelencia operacional, mejorar los márgenes y garantizar un buen nivel en el servicio al cliente.

En América Latina la gestión de las cadenas de suministro se encuentra posiblemente en una fase embrionaria, en una fase de conocimiento, aprendizaje e implementación. Lo anterior impide que las empresas respondan a la demanda con una producción ágil, ya que tienen un sistema ineficiente de control del inventario, mala administración de las órdenes de clientes y principalmente muchas compañías no poseen la tecnología suficiente para mantener en funcionamiento las operaciones ante eventos críticos como la actual pandemia COVID-19.

Un estudio de Missouri Enterprise menciona que una compañía, al integrar su cadena de suministro, puede reducir su inventario hasta un 60%, sus costes hasta un 50% y mejorar sus niveles de productividad hasta un 16%.

La compañía Interquimec S.A., Interamericana de Productos Químicos del Ecuador S.A., comienza sus actividades en el territorio ecuatoriano en el año 2001 como uno de los líderes en el sector industrial, con enfoque en la producción de productos químicos derivados del Formaldehído, abasteciendo principalmente dos líneas de negocio categorizadas como productos al granel cuya aplicación sirve para la elaboración de tableros de fibra, particulados y contrachapados; y productos empacados que se destinan prioritariamente a la industria de la madera de balsa, papel y cartón.

Sus clientes más importantes son líderes en el mercado maderero local y regional, representando para Interquimec S.A. aproximadamente el 90% de sus ingresos totales, de la misma forma, los principales competidores son de origen local e internacional y suministran al mercado productos de condiciones similares.

En la empresa actualmente la cadena de suministro no responde al nivel de competitividad que requiere la organización, está conformada por varios procesos bien definidos pero que se encuentran separados, situación que se evidencia por una falta de sinergia y comunicación.

El principal problema es que los pedidos y la planificación de la demanda se realiza en un archivo de Excel, no existe una tabla o información en línea o en tiempo real que defina una lista adecuada de los clientes Pareto de producto al granel (resinas) y empacado (adhesivos). La cadena de suministro no conoce exactamente la cantidad de las órdenes de pedido, las fechas de entrega y muchas veces no existe información de la disponibilidad del inventario.

Por otro lado, también es importante mencionar que no existe una metodología que permita optimizar el inventario de producto terminado con la mínima cantidad de recursos para atender lo que solicita la voz del cliente y las fluctuaciones de la demanda, lo que ocasiona una significativa pérdida de ventas y negocios.

## **1.2. Tema del trabajo de investigación**

Diseño de un Modelo de Cadena de Suministro Digital aplicando una metodología para optimizar el inventario de producto terminado empacado para el 20% de clientes con mayor volumen de ventas de la Empresa Interamericana de Productos Químicos del Ecuador S.A.

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo General:**

Diseñar un Modelo de Cadena de Suministro Digital aplicando un modelo de planificación para mantener niveles óptimos de inventario y mejorar las sinergias.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos:**

Analizar las principales teorías del Modelo de Planificación de Inventarios y de Cadena de Suministro Digital.

Diagnosticar la situación actual de la empresa en referencia al proceso de planificación del inventario de producto terminado empacado para determinar un método de control.

Proponer una mejora al Modelo de Cadena de Suministro aplicando la digitalización y una metodología de planificación del inventario de producto terminado empacado para optimizar el inventario e impactar en el nivel de servicio de los clientes.

### **1.4. Justificación, práctica y delimitación**

El enfoque de este trabajo de titulación es el entendimiento y aplicación de los conceptos teóricos de la Cadena de Suministro Digital o Cadena de Suministro 4.0 para tener la información en línea de lo que requiere la demanda lo que permitirá mejorar la sinergia de los procesos.

Así mismo, esta investigación se orienta a priorizar una metodología de planificación de inventarios para el 20% de clientes importantes en función del volumen de ventas, con lo cual se cubriría el 80% de los pedidos de producto terminado empacado, eliminando así los principales problemas de la organización como los altos niveles de inventarios, los reprocesos, la falta de espacio para almacenamiento, el incumplimiento en el despacho de pedidos, situaciones que actualmente están afectando a la empresa.

Globalmente las compañías cuyo horizonte de futuro están detectando que la convergencia de las tecnologías digitales con metodologías para optimizar los

inventarios va a generar cadenas de suministro con un alto grado de autonomía y con un elevado nivel de conectividad, lo que permitirá minimizar los riesgos.

Por esta razón es necesario que la empresa aplique el Modelo de Cadena de Suministro Digital aplicando una metodología de planificación de inventarios para productos terminados empacados.

### 1.5. Tipo de investigación

Para este trabajo de titulación y conociendo las características del problema descrito en este plan de trabajo, el tipo de investigación que se propone aplicar es del tipo descriptiva para diagnosticar de forma precisa la información y características del proceso de cadena de suministro, de los pedidos y de los clientes Pareto.

Adicionalmente se utilizará el estudio seccional o transversal porque se recopilará la información de la población únicamente una vez durante todo el tiempo de la investigación. Los datos obtenidos permitirán evaluar los requerimientos de los dueños de proceso de la cadena de suministro.

### 1.6. Población y muestra

La población que se tomará en cuenta para el desarrollo de este trabajo de titulación y sobre la cual se efectuará la medición está constituida por todos los responsables de los procesos de la cadena de suministro de la empresa Interquimec S.A.

**Tabla 1:**

*Plan de muestreo*

Cargo	No. Personal	Proceso
Jefe de Logística	1	Abastecimiento
Servicio al Cliente	1	Comercialización
Gerente de Ventas	1	Comercialización
Contratista COMEX.	1	Abastecimiento
Auxiliar de Almacén	1	Almacenes
Jefe de Producción	1	Producción
Jefe de Calidad	1	Calidad
Asistente de Calidad	2	Calidad
<b>Total</b>	<b>9</b>	

**Elaborado por:** Autor

Debido a que es una población pequeña no amerita sacar una muestra

### **1.7. Fuentes de recolección de información**

El análisis diagnóstico de este trabajo de titulación se llevará a cabo de forma sistemática y lógica por lo cual se utilizarán fuentes de información primaria y secundaria para identificar patrones inmersos en la problemática que afecta actualmente a la cadena de suministro y que servirá para evaluar la optimización y la digitalización de la misma.

a. Como fuentes primarias o de primera mano será considerado el ambiente natural la empresa Interquimec S.A. y todas las personas responsables de cada uno de los procesos de la cadena de suministro quienes tienen información actualizada.

b. Las principales fuentes secundarias que servirán de apoyo para este trabajo de titulación estarán compuestas por documentos relevantes como tesis de otros autores, libros, revistas especializadas, páginas web, análisis de los informes de ventas, reportes gerenciales.

### **1.8. Técnicas de recolección de información**

El presente trabajo de estudio tiene como foco identificar las variables que pueden estar afectando los procesos de la cadena de suministro de Interquimec S.A., por esta razón se aplicarán las siguientes técnicas para la recolección de la información:

a. Entrevistas Estructuradas: Las entrevistas se aplicarán a las personas responsables y que intervienen directamente en cada proceso de la cadena de suministro para conocer pormenores y aspectos que puedan contribuir a este trabajo de titulación.

b. Observación Sistemática: La observación permitirá recopilar la información en cada una de los procesos de la cadena de suministro, esto ayudará a identificar los problemas y las necesidades justo en el momento de la operación.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

De acuerdo al tema principal del presente trabajo de titulación se recopilarán los principales conceptos alrededor de la Cadena de Suministro y de su transformación digital, esto permitirá analizar el impacto de la aplicación en las organizaciones.

### 2.1. Cadena de suministro

La cadena de suministro involucra a todos aquellos componentes que directa o indirectamente permiten satisfacer la necesidad de un cliente. Según Chopra, Meindel & Pino (2017), la cadena de suministro o abastecimiento incorpora a los proveedores, fabricante, almacenistas, transportadores, vendedores en los canales de distribución y a los mismos clientes. Además determina que la cadena de suministro se caracteriza por ser muy dinámica con flujos constantes de información, bienes, servicios y recursos monetarios en forma bidireccional.

Para Ballesté & Noguerras (2020), la cadena de abastecimiento también conocida como cadena de suministro o supply chain en idioma inglés, integra todos los procesos que permiten la transformación de productos/servicios y su flujo desde la recepción de las materias primas hasta que los bienes o servicios están en poder del comprador o consumidor final. También afirman que para digitalizar la cadena de abastecimiento es importante incorporar varias tecnologías que logren hacerla más eficiente.

Según Fernández (2016), la cadena de suministro empieza con el movimiento de bienes desde la fase de abastecimiento de materias primas hasta la entrega al consumidor final. Adicionalmente menciona que la cadena de abastecimiento está siendo más eficiente gracias a la sinergia de la tecnología y las prácticas más relevantes de los negocios globales.

## **2.2. Objetivos de una cadena de suministro**

La cadena de suministro tiene como uno de sus principales objetivos ser rentable, mediante el cumplimiento del costo presupuestado para la operación y la implementación de iniciativas de ahorro a largo plazo. Así mismo la cadena de abastecimiento debe identificar y adaptarse anticipadamente a los cambios del entorno; la apropiación de sinergias a lo largo de la cadena permitirá mejorar el desempeño garantizando la calidad y la seguridad de los procesos correlacionados. Finalmente la sustentabilidad de la cadena de abastecimiento debe enfocarse en el uso racional de los recursos naturales proponiendo iniciativas “verdes” para mejorar el medio ambiente. (Fernández, 2016)

Para Chopra, Meindel & Pino (2017), cualquier cadena de suministro debe tener como objetivo maximizar el superávit o valor total generado, es decir la cadena de abastecimiento debe minimizar los costos que se generan para cumplir con los pedidos de los clientes frente al valor que el consumidor paga por el bien o servicio.

## **2.3. Los retos de la logística en la sociedad digitalizada**

A nivel global estamos viviendo una época de constante y profunda innovación situación que ha cambiado totalmente la forma en que las empresas ofertan y los consumidores se abastecen, esto ha generado que dentro la actual sociedad digitalizada los compradores tengan información completa y en línea, por lo tanto los negocios tienen como reto atender oportunamente las tendencias del mercado que se traducen en: demandas cada vez mayores de productos y servicios personalizados, la presión para mantener o mejorar los márgenes y llegar al consumidor antes que la competencia. Hoy las empresas deben ser flexibles frente a la demanda de los clientes manteniendo sus beneficios, es por esto que la estrategia de los negocios se basa en reinventarse y con ellos sus cadena de suministro o logística. (Garrell & Guilera, 2019)

De acuerdo con Ballesté & Nogueras (2020, pág. 25)

La transformación digital constituye una herramienta eficaz al servicio de la excelencia en gestión de la cadena de suministro. Concretamente el valor añadido que puede aportar la digitalización a la supply chain se basa en los siguientes elementos: información interna, seguimiento de tendencias, el internet de las cosas, análisis de datos, apalancamiento de medios sociales, ampliación del conocimiento industrial e integración con proveedores.

#### **2.4. La cadena de suministro y las tecnologías disruptivas**

Actualmente se evidencia un desarrollo tecnológico exponencial que va de la mano con la “revolución industrial 4.0”, situación que ha desarrollado paralelamente las llamadas tecnologías disruptivas orientadas a incorporar cambios importantes en la administración de la cadena de abastecimiento la misma que se ha convertido en el eje central e integrador de dichas tecnologías disruptivas reconocidas como la inteligencias artificial y la realidad aumentada. Además definen a las tecnologías disruptivas como aquellas que reemplazan a las tecnologías actuales generando cambios bruscos en los negocios o en el mercado (Peña & Hernández, 2018)

#### **2.5. ¿Qué es la cadena de suministro 4.0?**

La cadena de suministro 4.0 se refiere a todas la actividades que administran el flujo de bienes e información desde los proveedores hasta cada uno de los clientes de la organización, este flujo se apoya en herramientas tecnológicas 4.0 para fortalecer la conectividad entre el mundo cibernético y el mundo físico. Desde todo punto de vista la cadena de suministro 4.0 difiere de la tradicional en función de los procesos y perfiles que están involucrados (Peña & Hernández, 2018)

Los directores y los responsables de la operación de las empresas deben mantenerse actualizados respecto del desarrollo de la tecnología enfocada en la gestión de la cadena de abastecimiento, la aplicación en la cadena de suministro de tecnologías de la información, internet y software dedicado incrementan la eficiencia de los procesos, reducen los costos y lo más importante permiten ajustar

la operabilidad de la cadena a los cambios de la demanda. (Fontalvo & Cardona, 2011)

Cuando en las actividades de una cadena de suministro se aplican tecnologías disruptivas o de la Cuarta Revolución Industrial, se hace referencia a una “Cadena de Suministro 4.0” caracterizada esencialmente por una interconexión de alto nivel entre el mundo físico y digital. Se menciona que la aplicación en las cadenas de suministro de tecnologías como información en la nube, inteligencia artificial, automatización permitirán obtener muchos beneficios traducidos en mejora de tiempos, costos, oportunidad y atención de los riesgos que son factores claves para mejorar el desempeño de la cadena de abastecimiento. (Calatayud & Katz, 2019)

## **2.6. Pronóstico de la demanda**

De acuerdo (Gómez & Brito, 2020) el pronóstico de la demanda es una de las actividades más relevantes dentro de la cadena de suministro y conlleva un importante nivel de incertidumbre, se intenta conocer el futuro cuando se pronostica sin embargo este futuro no necesariamente es una repetición del pasado ya que intervienen factores relacionados con otros intereses de los consumidores o nuevos productos que reemplazan a los existentes. Existe una gran diferencia entre predicción y previsión, el primer término se relaciona con la experiencia y conocimiento del mercado de quien pronostica y la previsión se fundamenta en datos históricos a los cuales se aplica un argumento matemático. Varios autores relacionan a la predicción con modelos cualitativos y a la previsión con modelos cuantitativos. Es importante anotar que un método o modelo de proyección puede ser confiable durante un período de tiempo por eso es imprescindible que la persona que pronostica evalúe el modelo periódicamente a fin de seleccionar el método que más se ajuste a la realidad actual.

## **2.7. Análisis de Series de Tiempo**

Según el concepto de Chase, Jacobs & Aquilano (2009, pág. 476)

Los modelos de pronósticos de series de tiempo tratan de predecir el futuro con base en la información pasada. Por ejemplo, las cifras de ventas recopiladas durante las últimas seis semanas se pueden usar para pronosticar

las ventas durante la séptima semana. Las cifras de ventas trimestrales recopiladas durante los últimos años se pueden utilizar para pronosticar los trimestres futuros. (...). En el pronóstico de negocios, corto plazo casi siempre se refiere a menos de tres meses; mediano plazo a un periodo de tres meses a 2 años; y largo plazo a un término mayor a 2 años. En general, los modelos a corto plazo compensan la variación aleatoria y se ajustan a los cambios a corto plazo (como las respuestas del consumidor a un nuevo producto). Los pronósticos a mediano plazo son útiles para efectos estacionales, y los modelos a largo plazo detectan las tendencias generales y son muy útiles para identificar los cambios más importantes.

## 2.8. Promedio Móvil Ponderado

El promedio móvil simple asigna a todos los datos el mismo grado de importancia. De acuerdo a lo que menciona (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009), el promedio móvil ponderado define una escala de ponderación mediante la cual establece la importancia de cada uno de los elementos, es significativo mencionar que al sumar todas las ponderaciones el resultado debe ser siempre uno. En este modelo de pronóstico es posible que se ignoren algunos períodos a los que se puede atribuir una ponderación de cero. El sistema de ponderación puede tomar cualquier orden, los elementos más lejanos pueden tener ponderaciones más altas que los más recientes.

El promedio móvil ponderado establece la siguiente fórmula:

$$F_t = w_1A_{t-1} + w_2A_{t-2} + \dots + w_nA_{t-n}$$

donde:

$w_1$  = Ponderación dada a la ocurrencia real para el período t-1

$w_2$  = Ponderación dada a la ocurrencia real para el período t-2

$w_n$  = Ponderación dada a la ocurrencia real para el período t-n

n = Número total de períodos en el pronóstico

## 2.9. Suavización Exponencial

El suavizado exponencial determina el ajuste del pronóstico sobre la demanda real. Según lo que afirma Chase, Jacobs & Aquilano (2009, págs. 477, 478)

En el método de suavización exponencial, solo se necesitan 3 piezas de datos para pronosticar el futuro: el pronóstico más reciente, la demanda real que ocurrió durante el período de pronóstico y una constante de uniformidad alfa ( $\alpha$ ). Esta constante de suavización determina el nivel de uniformidad y la velocidad de reacción a las diferencias entre los pronósticos y las ocurrencias reales. El valor de una constante se determina tanto por la naturaleza del producto como por el sentido del gerente de lo que constituye un buen índice de respuesta. (...) La ecuación para un solo pronóstico de uniformidad exponencial es simplemente:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

donde

$F_t$  = El pronóstico suavizado exponencialmente para el período  $t$

$F_{t-1}$  = El pronóstico suavizado exponencialmente para el período anterior

$A_{t-1}$  = La demanda real para el período anterior

$\alpha$  = El índice de respuesta deseado, o la constante de suavización.

Esta ecuación establece que el nuevo pronóstico es igual al pronóstico anterior más una porción del error (la diferencia entre el pronóstico anterior y lo que ocurrió realmente).

## **CAPÍTULO III: RESULTADOS INVESTIGATIVOS**

### **3.1. ANTECEDENTES**

Para el inicio de este trabajo de investigación, se presenta un resumen introductorio e histórico de la empresa Interamericana de Productos Químicos del Ecuador S.A., INTERQUIMEC S.A., en Ecuador.

La compañía Interamericana de Productos Químicos del Ecuador S.A., INTERQUIMEC S.A., a partir del año 2001 comienza sus actividades en el Ecuador, como líder en el sector de industrial, abasteciendo productos químicos derivados del formaldehído, prioritariamente para satisfacer las necesidades de la industria de la madera, balsa y papel; cuenta con una importante cartera de clientes distribuidos en todo el territorio ecuatoriano y así mismo proveedores locales e internacionales.

En octubre del año 2001 INTERQUIMEC S.A. adquiere las acciones de Química Borden Ecuatoriana S. A. a Borden Holdings Inc. denominándole Interamericana de Productos Químicos del Ecuador S. A. Interquimec. INTERQUIMEC S.A., está ubicada en la ciudad de Quito.

La antigua Química Borden Ecuatoriana S. A. fue inaugurada en octubre de 1977 en el Ecuador para atender la creciente demanda de productos químicos derivados del formaldehído especialmente del sector maderero consiguiendo instalar la única fábrica productora de formaldehído en el país.

Posteriormente incorpora la fábrica de ceras Poliquímica con el objeto de diversificar los productos y atender el mercado de consumo con lo cual se divide en dos divisiones la industrial y la de consumo.

En INTERQUIMEC S.A. tenemos la clara visión de que nuestra empresa está constituida por un grupo de personas que trabaja en equipo con una actitud dirigida a satisfacer las necesidades de nuestros clientes, orientada al continuo mejoramiento de nuestros procesos y a lograr una posición de liderazgo en los mercados en que actuamos.

Esta clara visión solamente puede cumplirse si logramos diseñar, producir y comercializar productos y servicios de calidad superior y con responsabilidad en

los temas de HSE, objetivo que solamente se puede conseguir con el establecimiento y la implantación de un Sistema de Gestión Integral eficiente, coherente y que satisfaga las expectativas de nuestros clientes, de nuestra corporación, las partes interesadas internas y externas, y las nuestras propias.

Actualmente la Cadena de Suministro del negocio se encuentra integrada por varios procesos bien estructurados como son: logística, compras, comercio exterior, comercialización, servicio al cliente, producción, almacenes y distribución sin embargo se evidencia una falta de sinergia.

El proceso de la gestión de la demanda involucra la información histórica, la experiencia de los responsables de ventas y en algunos casos la retroalimentación de algunos clientes.

La gestión de los pedidos de clientes se realiza a través del proceso de Servicio al Cliente cuyo responsable se encarga de ingresar al sistema ERP y posteriormente consolida esta información en un archivo de Excel.

El proceso de almacenes y distribución recibe diariamente las órdenes de pedido de los clientes que incluyen la cantidad y las fechas de entrega, con esta información validan físicamente la disponibilidad del inventario.

Por otro lado la planificación del inventario para atender las fluctuaciones de la demanda es mínima, se basa en los históricos de ventas lo que ocasiona pérdida de ventas y negocios.

### **3.1.1. Análisis FODA**



Figura 1. Análisis FODA

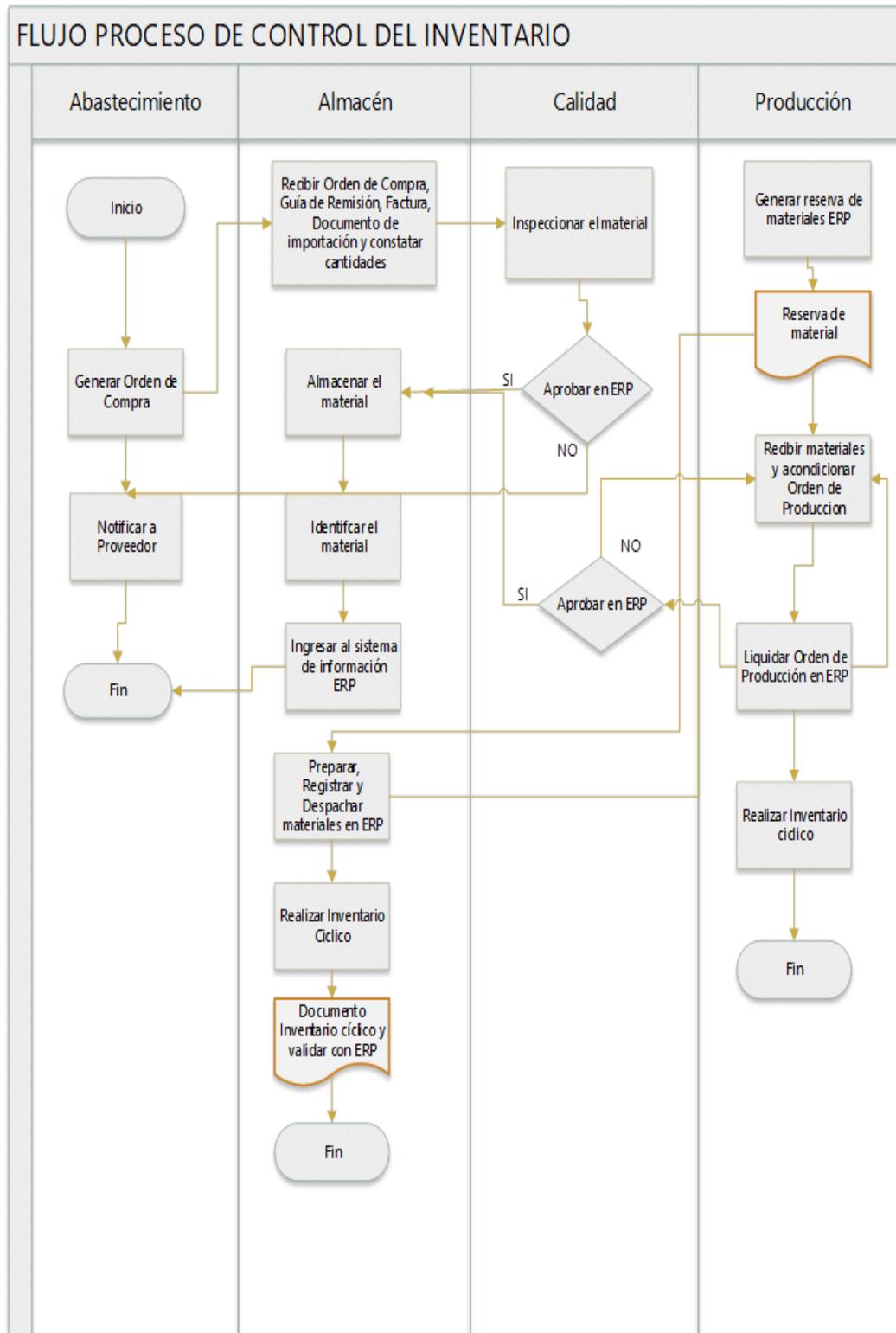
Fuente: Información adaptada de la empresa en estudio

Elaborado por: Autor

### **3.1.2. Proceso actual de control de inventarios**

En este estudio se determina que la empresa incluye como parte importante del total de sus activos, los inventarios; por lo consiguiente es prioridad su optimización y control. Por eso se hace prioritario corregir el nivel de desviación presente en el inventario de producto terminado empacado lo que permitirá cubrir adecuada y oportunamente las necesidades de los clientes.

Se muestra a continuación el flujograma correspondiente al proceso de control de inventarios de la empresa en donde se visualizan las áreas involucradas:



*Figura 2.* Flujograma del proceso de control de inventarios  
Fuente: Información adaptada de la empresa en estudio  
Elaborado por: Autor

## **3.2. Ficha Técnica**

### **3.2.1. Alcance**

El estudio se realizará en el propio ambiente natural de la compañía Interamericana de Productos Químicos del Ecuador S.A., con enfoque en la unidad de análisis que integra la Cadena de Suministro y el proceso de planificación del inventario para el 20% de clientes en función del volumen de ventas.

La investigación se efectuará en la operación cotidiana durante el segundo trimestre de este año, tomando en cuenta información de los dos años anteriores.

### **3.2.2. Objeto**

Este trabajo de investigación se inicia considerando a todas las personas de la compañía INTERQUIMEC S.A. quienes conocen detalladamente la Cadena de Suministro y los procesos como la gestión de la demanda, la gestión de pedidos de los clientes, el inventario físico, la planificación de la producción, el almacenamiento y distribución, el abastecimiento de materiales y la parametrización del sistema de información ERP.

### **3.2.3. Método**

La metodología que se aplicará en esta idea de investigación, permitirá usar las herramientas más precisas para conseguir la información de la situación problemática, a fin de entender e identificar los factores que precisan la aplicación de técnicas y estrategias operativas.

Se aplicará el método descriptivo transversal para exponer la información precisa de la Cadena de Suministro, con enfoque en la gestión y servicio al cliente, la planificación de la producción, la gestión del inventario y la ejecución de la distribución.

### **3.2.4. Situación**

El levantamiento de la información tendrá lugar cuando la Cadena de Suministro arranque con los datos para atender la gestión de la demanda, recorriendo por los procesos de la gestión del almacenamiento e inventario, planificación del inventario, de la producción y finalmente con la gestión de pedidos y distribución.

### **3.2.5. Público Objetivo**

Esta investigación permitirá recoger la información directamente de la unidad de análisis, es decir desde el actual Modelo de Cadena de Suministro y de optimización del inventario de producto terminado para el 20% de clientes de mayor volumen de la Empresa Interamericana de Productos Químicos del Ecuador.

Para este trabajo de investigación se integrará a los responsables de los procesos de la Cadena de Suministro que conocen y lideran la operación como son: Contratista Comex, Servicio al Cliente, Gerente de Ventas, Auxiliar de Almacén, Jefe de Producción, Jefe de Calidad, Asistente de Calidad, Jefe de Logística, Gerente de Finanzas.

### **3.2.6. Enfoque y técnica**

El enfoque para esta investigación será del tipo cualitativo y fundamenta en un proceso inductivo lo que permitirá contextualizar de forma profunda el ambiente y así entender la problemática; el modelo explora la información desde la particularidad del proceso hasta llegar a perspectivas generales. Este trabajo de investigación se realizará en un ambiente único, natural y cotidiano aprovechando la definición naturalista del modelo cualitativo.

La técnica de recolección de datos utilizará fuentes de información primaria, apoyada en la formulación de cuestionarios mediante la aplicación de entrevistas a: Contratista Comex, Servicio al Cliente, Gerente de Ventas, Auxiliar de Almacén, Jefe de Producción, Jefe de Calidad, Asistente de Calidad, Jefe de Logística, Gerente de Finanzas, de esta manera se podrá recopilar la información precisa e identificar los problemas y las necesidades más importantes en la Cadena de Suministro y la planeación del inventario. También se accederá a fuentes de información secundaria para lo cual se realizará el análisis de archivos e información generada en la empresa que estén relacionados con la gestión de la demanda, planeación del inventario y atención de pedidos de clientes.

### **3.3. Objetivos de la investigación**

#### **3.3.1. Objetivo general**

Identificar las causas que generan ineficiencias en el actual del Modelo de Cadena de Suministro y en la planificación del inventario de producto terminado empacado en la empresa Interquimec S.A.

#### **3.3.2. Objetivos específicos**

Definir el actual proceso de optimización de inventario de producto terminado empacado para el 20% de clientes con mayor volumen de ventas.

Analizar las opciones para implementar la digitalización en la Cadena de Suministro para Interquimec S.A.

### **3.4. Resultados**

#### **3.4.1. Diagnóstico situacional**

El análisis del actual Modelo de Cadena de Suministro se enfoca en actividades relacionadas con la inexistencia de un modelo para el pronóstico de la demanda, la insuficiente planeación del inventario, la falta de una metodología de optimización y control del stock, la falta de oportunidad en la actualización de los datos maestros en el sistema ERP, todo esto requiere de una intervención mediante la aplicación de estrategias de mejora continua.

#### **3.4.2. Planificación del inventario**

La compañía actualmente no tiene una adecuada planificación del inventario de producto terminado empacado, la programación de la producción se realiza en función de un requerimiento que contiene los pedidos pendientes de los clientes los cuales son centralizados en un archivo de excel donde se encuentra el pronóstico de ventas, las existencias actualizadas, la fecha de entrega. El archivo es analizado semanalmente por el jefe de producción, asistente de servicio al cliente, jefe de logística, gerente de ventas, asistente de investigación y desarrollo, gerente de planta.

CONTROL VISUAL										
Material	Denominación	Ctd.ped.	Producción	Stock Granel	Stock con CQ	PRODUCCIÓN	CALIDAD	BODEGA	CARTERA	Comentarios
LA1000103	8A139 UREA	12.800	0	0	0					despacho martes 03 de agosto
LA3000150	CR-70-LF	18.000	28.200	0	37.550					programado
LA3000158	UF-1142	62.000	204.480	0	204.480					programado
LA3000159	CR- MUF M-10-ME	28.000	27.000	0	27.000					programado
LA3000173	P- 3005 - TAMBOR 200 KG	1.000	0	174	0					despacho martes 03 de agosto
LA3000216	EA-8319 - GARRAFA 4 KG	1.000	5.684	0	5.684					despacho 02 agosto
LA3000216	EA-8319 - GARRAFA 4 KG	3.600	5.684	0	5.684					despacho 02 agosto
LA3000217	EA-8319 T - IBC	1.000	6.877	878	13.877					despacho martes 03 de agosto
LA3000415	UMF-1136 EPA-CARB	56.000	55.409	0	55.409					programado
LA3000536	UF-866	56.000	980	0	980					programado
LA3000635	C-8320 - IBC 1000 KG	1.000	7.000	747	7.000					esperando cheque del cliente
LA3000763	BE-830 - GARRAFA 4 KG	100	0	39	0					despacho 02 agosto
LA3000763	BE-830 - GARRAFA 4 KG	132	0	39	0					despacho 02 agosto
LA3000821	FORMOL 37.7% - TAMBOR 230KG	1.150	690	0	690					despacho 02 agosto
LA3000863	EMULSION 5202 GARRAFA 180 KG	180	0	0	0					despacho martes 03 de agosto
LA3000881	BE-830 FB - IBC 1000 KG	8.000	26.000	803	26.000					despacho 02 de agosto
LA3000942	PVA-3020 IBC 1000 KILOS	20.000	39.000	1.431	52.000					despacho 02 de agosto
LA3001025	HARDENER 2503 TAMBOR 250 KG	250	0	0	0					despacho jueves 5 de agosto
LA3001054	PVAc 3339 - CANECA AMARILLA 20 KG	200	760	0	760					despacho lunes 02 de agosto
LA3001203	UF - 1210 TAMBOR 250 Kg	250	500	350	500					despacho martes 03 de agosto
LA3001203	UF - 1210 TAMBOR 250 Kg	250	500	350	500					despacho lunes 02 de agosto
LA3010022	C - 8340 - IBC 1000 KG	3.000	2.000	531	2.000					despacho lunes 02 de agosto
LA3010055	PVA-3011 GARRAFA 20 KG	100	80	1.431	80					despacho lunes 02 de agosto
LA3010145	UF-895	62.000	112.230	0	112.230					programado
LA3010163	PVA - 8351 IBC 1000 KILOS	10.000	16.000	200	16.000					despacho 03 de agosto
LA3010231	PVA-8230 IBC 1000 KG	1.000	0	685	0					despacho martes 03 de agosto
LA3010250	PVA-8352 IBC 1000 KG	6.000	9.926	42	9.926					despacho 02 de agosto
LA3010259	EMULSION 5202 IBC-950 KG	9.600	5.333	5.333	5.333					programado
LA3010274	CR-600 E	26000	24.870	0	24.870					programado
LA3010283	C-2700 CANECA 20 KG	100	200	0	200					despacho martes 03 de agosto
LA8000032	HOT MELT 3218 - BLANCO	150	0	0	0					despacho lunes 02 de agosto
LA8000047	PVAc 3339 - IBC ADHESIVO	1100	7.756	0	7.756					despacho 02 de agosto
LA8000582	HOT MELT FUTURA 1	20	0	0	0					despacho 02 de agosto

Figura 3. Tabla de planificación de la producción

**Fuente:** Información adaptada de la empresa en estudio

**Elaborador por:** Autor

### 3.4.3. Política de inventario

Actualmente no se encuentra definida una política para el abastecimiento del inventario de producto terminado, existe una clasificación ABC para la frecuencia del conteo y control del inventario. Sin embargo, la compañía no tiene establecido un nivel de servicio para cada una de sus referencias o familias de productos. Por esta razón, actualmente la programación de la manufactura se realiza en base a la plantilla semanal que contiene la notificación de pedidos de clientes y la capacidad de los equipos.

### 3.4.4. Punto de reorden

La reposición del inventario del producto terminado no es oportuna y no toma en cuenta el análisis de la demanda, no se encuentra establecido un punto de reorden para cada material o su familia. Potencialmente podría existir un desabastecimiento incluso generando que el inventario llegue a cero.

Con la metodología actual de programación de la producción, el nivel para el abastecimiento es definido durante la reunión semanal en donde se establece el nivel del inventario, el inventario de seguridad y la fecha de entrega de los pedidos a los clientes.

#### **3.4.5. Modelo de pronóstico de la demanda**

Para la empresa la planeación de la demanda futura constituye un factor clave de éxito para establecer las estrategias más apropiadas dentro de la cadena de suministro y lograr los resultados esperados que se traducen en tener niveles adecuados de inventario para el producto terminado, las materias primas y el cumplimiento de los volúmenes de ventas.

Actualmente la compañía no tiene establecido un modelo estadístico de previsión de la demanda que mejore su exactitud, que sea claro, justificado y que se ajuste a la categorización de cada material del portafolio, esta situación desvía los programas de producción, los planes de compra de materias primas, las políticas de inventarios y las proyecciones de ventas, lo anterior conduce a un incremento en los costos de la empresa y potenciales pérdida de clientes.

Como parte de la investigación se incluye la información relacionada al 20% de los clientes de producto terminado empacado con mayor volumen de ventas en dólares y la información de período correspondiente desde agosto 2020 hasta julio 2021 relacionada al pronóstico de ventas y a la facturación real, en esta base de datos se procede a depurar la información que no sea relevante o que genere distorsión en el diagnóstico inicial de la exactitud de la previsión de la demanda.

LISTA DE CLIENTES DE PRODUCTO TERMINADO EMPACADO (Volumen en miles USD)							
No.	Nombre del Cliente	Nombre Sector	Valor Total	UM	Peso x Cliente	% Peso x Cliente	% Peso x Cliente Acumulado
1	CARTOP	Dear	2.086	USD	1	0,82%	0,82%
2	PLANTA	Wood Adhesives	1.444	USD	1	0,82%	1,64%
3	GRUP	Dear	1.390	USD	1	0,82%	2,46%
4	INDUST	Dear/Wood Adhe	535	USD	1	0,82%	3,28%
5	UNION	Dear	432	USD	1	0,82%	4,10%
6	EMPAQU	Dear	415	USD	1	0,82%	4,92%
7	PAPELE	Dear	326	USD	1	0,82%	5,74%
8	PRODUC	Dear	306	USD	1	0,82%	6,56%
9	PACKAG	Dear	292	USD	1	0,82%	7,38%
10	PINTUR	Dear	254	USD	1	0,82%	8,20%
11	DELEGA	Wood Adhesives	235	USD	1	0,82%	9,02%
12	MANTEL	Wood Adhesives	212	USD	1	0,82%	9,84%
13	EMPRES	Wood Adhesives	201	USD	1	0,82%	10,66%
14	INDUST	Dear	189	USD	1	0,82%	11,48%
15	JULIO	Dear	170	USD	1	0,82%	12,30%
16	TRUIS	Dear	136	USD	1	0,82%	13,11%
17	FERT	Dear	133	USD	1	0,82%	13,93%
18	INTER	Wood Adhesives	132	USD	1	0,82%	14,75%
19	AGLO	Wood Adhesives	130	USD	1	0,82%	15,57%
20	ADHE	Dear	128	USD	1	0,82%	16,39%
21	BALSE	Wood Adhesives	128	USD	1	0,82%	17,21%
22	CIER	Dear	123	USD	1	0,82%	18,03%
23	Intern	Wood Adhesives	120	USD	1	0,82%	18,85%
24	POLIG	Wood Adhesives	116	USD	1	0,82%	19,67%
25	EMPAQ	Dear	116	USD	1	0,82%	20,49%
26	PRODUC	Dear	116	USD	1	0,82%	21,31%
118	GARZON	Wood Adhesives	2	USD	1	0,82%	96,72%
119	INDMAB	Wood Adhesives	2	USD	1	0,82%	97,54%
120	FIGUER	Dear	2	USD	1	0,82%	98,36%
121	MEGA E	Wood Adhesives	2	USD	1	0,82%	99,18%
122	ENCH	Wood Adhesives	2	USD	1	0,82%	100,00%
<b>TOTAL</b>			<b>12.099</b>		<b>122</b>	<b>100%</b>	

Figura 4. Lista de clientes de producto terminado empacado

Fuente: Información adaptada de la empresa en estudio

Elaborador por: Autor

Material	Nombre Material	Fcst	Total	Promedio	Desviac.											
		Ago20	Sep20	Oct20	Nov20	Dic20	Ene21	Feb21	Mar21	Abr21	May21	Jun21	Jul21			
LA3000066	PVA C-500 - TAMBOR 200 KG	-	-	-	-	-	0,20	-	-	-	-	0,2	0,4	0,03	0,08	
LA3000071	POLIMERO 1362 FO - TAMBOR 200 KG	1	1,6	1	-	1	2,6	1	2,6	1	1	2,6	1	1,37	0,82	
LA3000074	POLIMERO 2169 FO - TAMBOR 200 KG		3	-	3	-	3	-	-	3	-	-	3	1,36	1,57	
LA3000150	CR-70-LF	140	130	130	115	80	100	150	110	130	150	170	130	1,535	127,92	24,26
LA3000158	UF-1142	1480	1300	1480	1000	950	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	13,210	1.100,83	198,01
LA3000159	CR- MUF M-10-ME	194	170	200	200	170	210	170	160	160	200	195	160	2,189	182,42	18,95
LA3000160	CR 600	72	85	52	83	57	220	249	203	220	204	211	220	1,876	156,33	77,76
LA3000165	PF- HL-46 - IBC	20	20	15	27	20	19	27	7	19	19	9	14	216	18,00	6,06
LA3000173	P- 3005 - TAMBOR 200 KG	-	-	-	-	-	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	6	0,47	0,41
LA3000187	C-400 - TAMBOR 200 KG	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	-	0,2	-	-	-	0,2	-	2	0,15	0,15
LA3000197	BE-830 - TAMBOR 200 KG	1	1,2	1,2	2	1,2	0,8	1,1	1,1	1,4	1	1	1,1	14	1,18	0,30
LA3000199	BE-830 - IBC	6	8	6	8	7	5	2	4	4	4	3	2	59	4,92	2,11
LA3000203	C-2600 - GARRAFA 20 KG	0,24	0,2	0,2	0,24	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2	0,21	0,02
LA3000205	C-2007 - TAMBOR 200 KG	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	7	0,60	0,00
LA3000214	EA-8319 - GARRAFA 20 KG	11	9	11	10	12	12	8	9	12	7,6	9,4	8,4	119	9,95	1,61
LA3000216	EA-8319 - GARRAFA 4 KG	24,3	25,1	25,4	26,8	30,7	29,48	25,68	32,78	33,17	20,69	18,58	15,84	309	25,71	5,41
LA3000217	EA-8319 T - IBC	14	14	15	16	17	15	16	13	10	14	14	10	168	14,00	2,17
LA3000223	EA-8320 - TAMBOR 200 KG	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	39	3,25	0,62
LA3000227	P-3515 - TAMBOR 200KG	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,2	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	4	0,37	0,12
LA3000228	P-3515 - GARRAFA 20 KG	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	1	0,04	0,05

Figura 5. Forecast producto terminado 2020-2021

Fuente: Información adaptada de la empresa en estudio

Elaborador por: Autor

Material	Nombre Material	Ventas	Ventas	Ventas	Ventas	Ventas	Ventas	Ventas	Ventas	Ventas	Ventas	Ventas	Ventas	Total	Promedio	Desviac.
		Ago20	Sep20	Oct20	Nov20	Dic20	Ene21	Feb21	Mar21	Abr21	May21	Jun21	Jul21	Ventas	Ventas	Ventas
LA3000066	PVA C-500 - TAMBOR 200 KG	0,4	0,2	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,08	0,13
LA3000071	POLIMERO 1362 FO - TAMBOR 200 KG	1,6	2	1,6	3	1,8	-	1,8	1	-	2,2	1	2,6	19	1,69	0,82
LA3000074	POLIMERO 2169 FO - TAMBOR 200 KG	4	4	2,8	3,6	3,6	-	2,4	3,004	-	1,996	-	5	30	3,04	1,38
LA3000150	CR-70-LF	130,13	147,05	148,05	149,81	131,26	147,72	120	147,52	149,87	129,03	151,67	131,14	1.683	140,27	11,01
LA3000158	UF-1142	1595,1	2128,04	2051,55	1021,49	780,51	857,25	938,7	841,06	1012,13	898,28	914,63	1037,57	14.076	1173,02	475,81
LA3000159	CR- MUF M-10-ME	168,49	168,71	195,83	198	137,33	198,73	137,88	196,3	168,61	193,65	142,61	169,38	2.076	172,96	23,89
LA3000160	CR 600	66,71	58,3	476,16	459,87	544,21	572,7	606,3	513,74	479,57	448,6	497,92	530,16	5.254	437,85	181,25
LA3000165	PF- HL-46 - IBC	15	14	17,689	16	14	20	15	12	22,6	15,4	16,5	16,5	195	16,22	2,84
LA3000173	P- 3005 - TAMBOR 200 KG	1,8	-	1,8	1	1	1	2	2,8	-	-	1,2	-	13	1,40	0,80
LA3000187	C-400 - TAMBOR 200 KG	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,02	0,06
LA3000197	BE-830 - TAMBOR 200 KG	-	0,6	0,2	0,6	0,8	1,6	0,6	1,8	-	-	-	-	6	0,52	0,63
LA3000199	BE-830 - IBC	4	5	2	8	3	5	4	4	1	6	3	4	49	4,08	1,83
LA3000203	C-2600 - GARRAFA 20 KG	0,16	0,26	0,22	0,36	0,1	-	0,26	-	0,24	0,02	-	-	2	0,16	0,13
LA3000205	C-2007 - TAMBOR 200 KG	1,2	0,6	0,6	1,2	0,2	1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	8	0,70	0,29
LA3000214	EA-8319 - GARRAFA 20 KG	7,4	9,6	13,32	9,4	8	15,9	11,8	8,52	10,9	6,44	11,32	7,16	120	9,98	2,79
LA3000216	EA-8319 - GARRAFA 4 KG	20,6	21,436	23,48	25,104	28,96	45,504	20,18	27,872	32,04	24,88	18,272	32,82	321	26,76	7,51
LA3000217	EA-8319 T - IBC	18	18	13	11	18	16	14	20	13	12	15	11	179	14,92	3,06
LA3000223	EA-8320 - TAMBOR 200 KG	4	6	3	5	6	3	7	5,4	-	1	1	3	44	3,70	2,25
LA3000227	P-3515 - TAMBOR 200KG	-	0,2	0,4	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	1	0,08	0,16
LA3000228	P-3515 - GARRAFA 20 KG	-	-	0,1	0,1	-	0,2	0,1	-	-	-	-	-	1	0,04	0,07

Figura 6. Ventas de Producto Terminado 2020-2021

**Fuente:** Información adaptada de la empresa en estudio**Elaborador por:** Autor

Con la base de datos del pronóstico y las ventas se procede a establecer el indicador de Cumplimiento Ácido para los últimos 7 meses, de enero a julio 2021, el cual evidencia claramente el nivel de exactitud del pronóstico para cada uno de los meses (en porcentaje).

Material	Nombre Material	Error Medio	Nivel Servicio	Cumpl. Acido						
		Cuadrado		Ene21	Feb21	Mar21	Abr21	May21	Jun21	Jul21
LA3010195	PVA-8353 TAMBOR 200 KG	0,17	92%	-	-	-	-	-	-	-
LA3010234	PVAC 3364 GARRAFA 20 KG	0,03	92%	-	-	-	-	-	-	-
LA3010237	PVA-2010 IBC 1000 KG	3,07	92%	-	-	-	-	-	-	-
LA3010239	PVA-3021 IBC 1000 KG	21,70	92%	-	-	-	-	-	-	1
LA3010242	PVA-8341 IBC 1000 KG	8,03	92%	-	-	-	-	-	1	1
LA3010250	PVA-8352 IBC 1000 KG	4,11	92%	-	-	-	-	-	-	-
LA3010259	EMULSION 5202 IBC-950 KG	7,28	92%	-	-	-	-	-	-	-
LA3010274	CR-600 E	102,97	92%	-	-	-	-	-	-	-
LA4000161	UFC 80% IBC	12,80	92%	1	1	-	1	-	-	-
LA8000000	DESMOLDANTE 4444 - GARRAFA 25 K	0,03	92%	-	-	-	-	-	-	-
LA8000023	HARDENER 2545 - IBC	1,53	92%	-	-	-	-	-	-	-
LA8000030	HOT MELT 3214 - BEIGE	0,68	92%	-	-	-	-	-	-	-
LA8000031	HOT MELT 3217 - BEIGE	0,55	92%	-	-	-	-	-	-	-
LA8000032	HOT MELT 3218 - BLANCO	0,05	92%	-	-	-	-	-	-	-
LA8000033	HOT MELT 3219 - CAFE	0,12	92%	-	-	-	-	-	-	-
LA8000047	PVAC 3339 - IBC ADHESIVO	3,96	92%	-	-	-	-	-	-	1
LA8000556	METANOL GC	33,07	92%	-	-	1	-	-	-	-
LA8000582	HOT MELT FUTURA 1	0,21	92%	-	-	-	-	-	-	-
LA8001097	UF 1312	0,01	92%	-	-	-	-	-	-	-
LA8001258	HOT MELT 2049	4,01	92%	-	-	-	-	-	-	-
LA8001899	POLIMERO 0510 - IBC	1,32	92%	-	-	-	-	-	-	-
LA8001985	EPI 1973 - TAMBOR 220 KG	0,21	92%	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total general</b>				<b>16%</b>	<b>9%</b>	<b>14%</b>	<b>14%</b>	<b>12%</b>	<b>11%</b>	<b>15%</b>

Figura 7. Cálculo del cumplimiento ácido

**Fuente:** Información adaptada de la empresa en estudio**Elaborador por:** Autor

Este cálculo es una medida que revela que los niveles del indicador podrían ser mejores de allí parte la necesidad de implementar un método o herramienta que mejore la exactitud de la previsión



Figura 8. Gráfico del cumplimiento ácido

**Fuente:** Información adaptada de la empresa en estudio

**Elaborador por:** Autor

## **CAPÍTULO IV: PROPUESTA**

Diseño de un Modelo de Cadena de Suministro Digital aplicando una metodología para optimizar el inventario de producto terminado empacado para el 20% de clientes con mayor volumen de ventas de la Empresa Interamericana de Productos Químicos del Ecuador S.A.

### **4.1. Definición de la metodología de planificación de inventario de producto terminado.**

#### **4.1.1. Análisis ABC por línea para el producto terminado empacado**

El método ABC de clasificación del inventario de producto terminado, se ejecuta en función del valor económico o por el volumen consumido en unidades en un determinado período; para este caso de estudio se realizó de acuerdo al valor total en dólares.

Inicialmente se clasificó las líneas de producto terminado en orden descendente de acuerdo al valor total del período, las líneas que se clasifican con A son las que representan el 80% superior y son las más importantes; a continuación vienen las líneas de productos con importancia secundaria y se categoriza como B y es el siguiente 15% de la clasificación. Por último se tiene las líneas de materiales de tipo C que representan el 5% final.

De acuerdo con esta clasificación la propuesta es que las líneas de productos categorizadas como A y B (Emulsiones de Pvac, Pvac, Emulsiones) reciban una mayor atención ya que son las de mayor volumen monetario, esto hace que se convierta en prioritario la decisión de definir políticas de inventario, exactitud en el cálculo del punto de reorden, inventarios de seguridad, todo esto evitará desabastecimiento y quiebre del stock.

CLASIFICACIÓN ABC PRODUCTO TERMINADO EMPACADO (Volumen en miles USD)								
Nombre de Línea	Consumo Total	UM	Valor Total	UM	Valor Total Acumulado	% Valor Total Acumulado	Clasificación	%
Emulsiones De Pvac	4.521	TM	6.454	USD	6.454	51,89%	A	80%
Pvac	2.740	TM	4.731	USD	11.185	89,92%	B	15%
Emulsiones	221	TM	408	USD	11.593	93,21%	B	
Formoles	231	TM	254	USD	11.847	95,25%	C	
Hot Melt	33	TM	159	USD	12.006	96,52%	C	
Resinas Butiladas	44	TM	158	USD	12.164	97,80%	C	
Resinas Urea/Formol Solidas	48	TM	57	USD	12.221	98,25%	C	
Dispersiones V	25	TM	44	USD	12.265	98,61%	C	
Resinas Fenolicas Liquidas	26	TM	43	USD	12.308	98,96%	C	
Dispersiones VA	21	TM	41	USD	12.349	99,28%	C	
No peligroso	20	TM	32	USD	12.381	99,54%	C	
Resinas Melamina Urea Formol	2	TM	17	USD	12.398	99,67%	C	5%
Resinas Urea/Formol Liquidas	14	TM	17	USD	12.415	99,81%	C	
Catalizadores	5	TM	14	USD	12.429	99,92%	C	
Resinas Epi	1,0	TM	3,7	USD	12.432	99,95%	C	
WA HARDENER	0,8	TM	3,0	USD	12.435	99,98%	C	
Aditivos	0,2	TM	1,4	USD	12.437	99,99%	C	
Resinas Melaminicas	0,2	TM	1,4	USD	12.438	100,00%	C	
Miscelaneo	0,1	TM	0,1	USD	12.438	100,00%	C	
<b>TOTAL</b>			<b>12.438</b>			<b>100%</b>		

Figura 9. Clasificación ABC por línea

**Fuente:** Información adaptada de la empresa período 2021

**Elaborador por:** Autor

#### 4.1.2. Punto de pedido o de reorden

Es el nivel de inventario de un código de referencia o SKU (SKU stock keeping unit, por sus siglas en inglés) que indica que es el momento de activar una nueva orden de reabastecimiento lo que significa que es necesario planificar nuevamente las necesidades para la reposición del inventario.

El proceso descrito corresponde al punto de reorden propuesto para la compañía, el método establece que se tome en cuenta la demanda promedio diaria del producto terminado, esta demanda se multiplica por el período de entrega del SKU (Fórmula 1), si la demanda presenta mucha variabilidad se incluirá adicionalmente el inventario de seguridad (Fórmula 2).

**Fórmula 1:  $PR = Dp \times T$** 

en donde:

PR = punto para un nuevo pedido;

Dp = la demanda promedio diaria en toneladas; y

T = tiempo de entrega en días

Ejemplo:

Nombre Línea: Emulsiones Pvac

Material: PVA-3310 - IBC 1000 KG

$$Dp = 4,52$$

$$T = 1,5$$

$$PR = 4,52 \times 1,5$$

$$PR = 6,78 \text{ Toneladas}$$

**Fórmula 2:  $PR = Dp \times T + SS$** 

en donde:

R = punto para un nuevo pedido;

D = la demanda promedio diaria en toneladas;

T = tiempo de entrega promedio en días; y

SS = existencias de seguridad toneladas

$$Dp = 4,52$$

$$T = 1,5$$

$$SS = 26,66$$

$$PR = 4,52 \times 1,5 + 26,66 = 33,44 \text{ Toneladas}$$

PUNTO DE REORDEN PRODUCTO TERMINADO EMPACADO																						
Nombre Línea	Nombre Material	oct-21	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sep-22	Demanda Promedio Mensual (Tons)	Demanda Promedio Diaria (Tons)	Tiempo Entrega Mínimo (Días)	Tiempo Entrega Máximo (Días)	Tiempo Entrega Promedio (Días)	Punto de Reorden (Tons)	Stock Seguridad	Punto de Reorden+Inv. Seguridad (Tons)	
Emulsiones Pvac	ADHESIVO 9572 IBC 1000 KG	10,2	4,1	21,3	10,7	2,1	12,4	21,7	7,5	17,1		10,0	10,0	11,56	0,38	2	3	2,5	0,95	2,98	3,93	
	C - 8340 - IBC 1000 KG	10,3	10,0	7,6	11,1	13,4	11,3	14,1	13,3	11,9	11,8	12,3	13,0	11,68	0,38	1	2	1,5	0,58	0,69	1,26	
	C-2006 - TAMBOR 200 KG	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,27	0,01	2	3	2,5	0,02	0,05	0,07	
	C-2008 TAMBOR 200 KG	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,4	0,25	0,01	2	3	2,5	0,02	0,04	0,06	
	C-2700 CANECA 20 KG	0,6	0,4	0,2	0,1	0,3	0,3	0,2			0,1	0,1	0,3	0,2	0,25	0,01	2	3	2,5	0,02	0,07	0,09
	EPI-1911 IBC 1000 KG	2,4		28,8		4,8	48,0			79,2	43,2	110,4	70,8	48,0	48,40	1,59	2	3	2,5	3,98	16,46	20,44
	IMPREPAD IBC 1000 KG		2,0	1,0			1,0	1,0	1,0	1,0			1,0		1,14	0,04	2	3	2,5	0,09	0,18	0,27
	P-1040 - IBC 1000 KG	9,0	2,0	2,0	6,0	4,0	2,0	4,0	6,0	4,0	4,0	2,0	2,0	2,0	3,92	0,13	2	3	2,5	0,32	1,04	1,36
	PVA - 8350 IBC 1000 KILOS	1,0	2,0	3,0	3,0										2,25	0,07	1	2	1,5	0,11	0,35	0,46
	PVA - 8351 IBC 1000 KILOS	33,0	39,0	32,0	11,0	18,0	37,0	12,0	32,0	27,0	24,0	26,0	22,0	26,08	0,86	2	3	2,5	2,15	4,33	6,47	
	PVA-2010 IBC 1000 KG	10,0	10,0	15,0	10,0	15,0	10,0	10,0	15,0	10,0	15,0	15,0	4,7	11,64	0,38	1	2	1,5	0,57	1,22	1,80	
	PVA-3011 GARRAFA 20 KG	0,1	0,2			0,1	0,0	0,1	0,2		0,1			0,2	0,13	0,00	2	3	2,5	0,01	0,03	0,04
	PVA-3021 IBC 1000 KG	23,1	62,7				19,8	24,2			45,1			27,5	33,73	1,11	2	3	2,5	2,77	7,93	10,70
	PVA-3030 IBC 1000 KG	2,2	8,8	5,5		14,3				1,1		15,4	1,1	4,4	6,60	0,22	1	2	1,5	0,33	2,09	2,41
	PVA-3031 IBC 1000 KG	11,0	12,1	15,4	17,6	17,6	20,9	3,3	1,1		1,1				11,12	0,37	2	3	2,5	0,91	3,58	4,50
	PVA-3310 IBC 1000 KG	233,0	264,0	149,0	78,0	180,0	78,0	106,0	93,0	69,0	63,0	101,0	235,0	137,42	4,52	1	2	1,5	6,78	26,66	33,44	
	PVA-8230 IBC 1000 KG	14,0	15,0	8,0	8,0	3,0	8,0	7,0	5,0	6,0	5,0	8,0	6,0	7,75	0,25	1	2	1,5	0,38	1,29	1,67	
	PVA-8230 TAMBOR 200 KG				3,0	3,0				1,0	2,0	3,2	3,0	3,0	2,60	0,09	1	2	1,5	0,13	0,30	0,43
	PVA-8341 IBC 1000 KG	17,0	20,0	17,0	23,0	20,0	27,0	28,0	18,0	24,0	10,0	29,0	24,0	21,42	0,70	2	3	2,5	1,76	2,62	4,38	
	PVA-8352 IBC 1000 KG	7,0		7,0		9,0	8,0			5,0	7,0	7,0	11,0		7,63	0,25	2	3	2,5	0,63	0,84	1,47
PVA-8353 TAMBOR 200 KG	0,8	0,2	0,4	1,8	0,6				0,2	0,2	0,4	0,8	0,4	0,58	0,02	2	3	2,5	0,05	0,23	0,28	
TIMERMAN INDUSTRIAL - GARRAFA 4 KG.	1,5	1,4	3,0	0,3	1,0	1,7	1,5	1,7	0,9	1,2	1,9	1,5	1,47	0,05	2	3	2,5	0,12	0,31	0,43		

Figura 10. Punto de reorden línea de productos Emulsiones de Pvac

Fuente: Información adaptada de la empresa en estudio

Elaborador por: Autor

### 4.1.3. Existencias de Seguridad

La propuesta para este caso de estudio es definir el inventario o existencias de seguridad, el cual en su cálculo involucra la variación de la demanda diaria, la variación del tiempo de entrega y el nivel de servicio definido por la organización que para este caso es del 95%.

Para la sistematización de las existencias de seguridad se toma en cuenta las ventas del período comprendido entre octubre 2021 a septiembre 2022, la variación en la demanda y el tiempo de entrega o fabricación.

Inicialmente se define la variación de la demanda mensual y diaria en toneladas del último ciclo de 12 meses, posteriormente se establece el promedio de la demanda diaria y el nivel de servicio o disponibilidad deseable, el cual se obtiene de la tabla distribución normal, es decir para un nivel de servicio del 95% el factor es 1,64, la fórmula para calcular es la siguiente:

#### **Inventario de Seguridad (SS):**

$$SS = Z\sqrt{((TE_x^-) * (vDd)^2) + ((vTE)^2 * (Dd\bar{x}))^2} ;$$

donde:

NS = Nivel de servicio deseable (%)

Z = Valor Z (tabla de distribución normal)

$TE_x^-$  = Tiempo de entrega promedio en días

$vDd$  = Variación de la demanda diaria

$vTE$  = Variación del tiempo de entrega

$Dd\bar{x}$  = Demanda diaria promedio (toneladas)

Ejemplo:

Nombre Línea: Emulsiones Pvac

Material: PVA-3310 - IBC 1000 KG

NS = Nivel de servicio deseable 95%

Z = 1,64

$TE_x^- = 1,5$

$vDd = 13,2$

$vTE = 0,29$

$Dd\bar{x} = 4,52$

$$SS = 1,64\sqrt{(((1,5)(13,2)^2) + ((0,29)^2 * (4,52)^2))} = 26,66, \text{ Toneladas}$$

PUNTO DE REORDEN PRODUCTO TERMINADO EMPACADO																								
Nombre Línea	Nombre Material	oct-21	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sep-22	Tiempo Entrega Mínimo (Días)	Tiempo Entrega Máximo (Días)	Tiempo Entrega Promedio (Días)	Variación Demanda Mensual	Variación Demanda Diaria	Demanda Diaria Promedio (Tons)	Nivel de Servicio	Z	Variación Tiempo Entrega	Stock Seguridad	
Emulsiones Pvac	ADHESIVO 9572 IBC 1000 KG	10,2	4,1	21,3	10,7	2,1	12,4	21,7	7,5	17,1		10,0	10,0	2	3	2,5	6,31	1,1	0,38	0,95	1,64	0,29	2,98	
	C - 8340 - IBC 1000 KG	10,3	10,0	7,6	11,1	13,4	11,3	14,1	13,3	11,9	11,8	12,3	13,0	1	2	1,5	1,81	0,3	0,38	0,95	1,64	0,29	0,69	
	C-2006 - TAMBOR 200 KG	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	2	3	2,5	0,10	0,0	0,01	0,95	1,64	0,29	0,05
	C-2008 TAMBOR 200 KG	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	2	3	2,5	0,09	0,0	0,01	0,95	1,64	0,29	0,04
	C-2700 CANECA 20 KG	0,6	0,4	0,2	0,1	0,3	0,3	0,2			0,1	0,1	0,3	0,2	2	3	2,5	0,15	0,0	0,01	0,95	1,64	0,29	0,07
	EPI-1911 IBC 1000 KG	2,4		28,8		4,8	48,0			79,2	43,2	110,4	70,8	48,0	2	3	2,5	34,86	6,3	1,59	0,95	1,64	0,29	16,46
	IMPREPAD IBC 1000 KG		2,0	1,0			1,0	1,0	1,0	1,0			1,0		2	3	2,5	0,38	0,1	0,04	0,95	1,64	0,29	0,18
	P-1040 - IBC 1000 KG	9,0	2,0	2,0	6,0	4,0	2,0	4,0	6,0	4,0	4,0	4,0	2,0	2,0	2	3	2,5	2,19	0,4	0,13	0,95	1,64	0,29	1,04
	PVA - 8350 IBC 1000 KILOS	1,0	2,0	3,0	3,0										1	2	1,5	0,96	0,2	0,07	0,95	1,64	0,29	0,35
	PVA - 8351 IBC 1000 KILOS	33,0	39,0	32,0	11,0	18,0	37,0	12,0	32,0	27,0	24,0	26,0	22,0	2	3	2,5	9,13	1,7	0,86	0,95	1,64	0,29	4,33	
	PVA-2010 IBC 1000 KG	10,0	10,0	15,0	10,0	15,0	10,0	10,0	15,0	10,0	15,0	15,0	4,7	1	2	1,5	3,31	0,6	0,38	0,95	1,64	0,29	1,22	
	PVA-3011 GARRAFA 20 KG	0,1	0,2			0,1	0,0	0,1	0,2			0,1		0,2	2	3	2,5	0,06	0,0	0,00	0,95	1,64	0,29	0,03
	PVA-3021 IBC 1000 KG	23,1	62,7				19,8	24,2				45,1		27,5	2	3	2,5	16,76	3,0	1,11	0,95	1,64	0,29	7,93
	PVA-3030 IBC 1000 KG	2,2	8,8	5,5		14,3				1,1		15,4	1,1	4,4	1	2	1,5	5,70	1,0	0,22	0,95	1,64	0,29	2,09
	PVA-3031 IBC 1000 KG	11,0	12,1	15,4	17,6	17,6	20,9	3,3	1,1			1,1			2	3	2,5	7,59	1,4	0,37	0,95	1,64	0,29	3,58
	PVA-3310 IBC 1000 KG	233,0	264,0	149,0	78,0	180,0	78,0	106,0	93,0	69,0	63,0	101,0	235,0	1	2	1,5	72,74	13,2	4,52	0,95	1,64	0,29	26,66	
	PVA-8230 IBC 1000 KG	14,0	15,0	8,0	8,0	3,0	8,0	7,0	5,0	6,0	5,0	8,0	6,0	1	2	1,5	3,52	0,6	0,25	0,95	1,64	0,29	1,29	
	PVA-8230 TAMBOR 200 KG				3,0	3,0				1,0	2,0	3,2	3,0	3,0	1	2	1,5	0,81	0,1	0,09	0,95	1,64	0,29	0,30
	PVA-8341 IBC 1000 KG	17,0	20,0	17,0	23,0	20,0	27,0	28,0	18,0	24,0	10,0	29,0	24,0	2	3	2,5	5,50	1,0	0,70	0,95	1,64	0,29	2,62	
	PVA-8352 IBC 1000 KG	7,0		7,0		9,0	8,0			5,0	7,0	7,0	11,0		2	3	2,5	1,77	0,3	0,25	0,95	1,64	0,29	0,84
	PVA-8353 TAMBOR 200 KG	0,8	0,2	0,4	1,8	0,6				0,2	0,2	0,4	0,8	0,4	2	3	2,5	0,48	0,1	0,02	0,95	1,64	0,29	0,23
	TIMERMAN INDUSTRIAL - GARRAFA 4 KG.	1,5	1,4	3,0	0,3	1,0	1,7	1,5	1,7	0,9	1,2	1,9	1,5	2	3	2,5	0,65	0,1	0,05	0,95	1,64	0,29	0,31	

Figura 11. Inventario de seguridad línea de productos Emulsiones de Pvac

Fuente: Información adaptada de la empresa en estudio

Elaborador por: Autor

#### 4.1.4. Comparativo pronóstico aplicando método de promedios móviles vs. método suavización exponencial.

De acuerdo con la propuesta para este caso de estudio, se calculó el pronóstico para el mes número 13 para lo cual se tomó en cuenta las ventas del último período de 12 meses del portafolio de producto terminado empacado.

Para lo anterior se aplicó el método de promedios móviles y el de suavizamiento exponencial y para cada uno de los métodos se calculó el error medio cuadrático (RMSE root mean square error por sus siglas en inglés) para identificar la proyección con mayor precisión es decir más cercana a los datos reales. (Mientras más bajo es el RMSE los datos son más próximos a la información observada).

Con el análisis del menor error medio cuadrático se determinó el método de pronóstico que se aplicaría para cada SKU del portafolio (SKU stock keeping unit, por sus siglas en inglés) y se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 2:**  
*Porcentaje de SKU por método de pronóstico*

Método de Pronóstico	Cantidad SKU	Porcentaje
Promedios Móviles	35	64.8%
Suavizamiento Exponencial	19	35.2%
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>9</b>

**Fuente:** Información adaptada de registros de la empresa en estudio

**Elaborado por:** Autor

																	Promedio Móvil	35		
																	Promedios Móviles	Suavización Exponencial	Suavizamiento Exp	19
																	RMSE	RMSE		54
Nombre del Material	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Error Promedios Móvil	Proyección Mes 13 Prom. Móviles	Error Suavización Exponencial	Proyección Mes 13 Suavización Exponencial	Proyección Mes 13 (Método Seleccionado)	Método Seleccionado (Menor Error)		
PF-HL-46 - IBC	1,10	4,40		1,10	4,40	1,10		2,20	2,20	2,20	1,10	2,20	0,7	2,0	0,6	2,0	2,0	Suavizamiento Exp		
P-3005 - TAMBOR 200 KG	1,00	1,00	1,20			1,00	1,00		1,20	2,00	1,00	1,00	0,3	2,0	0,5	2,0	2,0	Promedio Móvil		
BE-830 - IBC	7,00	3,00	6,00	6,00	5,00	7,00	4,00	4,00	4,00	7,00	7,00	3,00	0,7	5,0	0,9	4,0	5,0	Promedio Móvil		
C-2600 - GARRAFA 20 KG	0,04				0,02				0,02			0,02	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	Suavizamiento Exp		
C-2007 - TAMBOR 200 KG	0,60	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	1,20	0,1	1,0	0,1	2,0	1,0	Promedio Móvil		
EA-8319 - GARRAFA 20 KG	5,80	12,50	17,90	5,80	4,00	5,40	13,90	9,60	5,90	4,80	22,40	9,90	4,2	12,0	7,2	12,0	12,0	Promedio Móvil		
EA-8319 - GARRAFA 4 KG	39,10	35,13	45,51	22,58	23,74	26,31	31,36	24,79	28,83	15,19	16,34	26,16	1,7	24,0	2,9	24,0	24,0	Promedio Móvil		
EA-8319 T - IBC	17,00	8,00	16,00	17,00	14,00	14,00	17,00	17,00	8,00	15,00	14,00	10,00	1,2	14,0	1,9	11,0	14,0	Promedio Móvil		
EA-8320 - TAMBOR 200 KG	2,00	4,00	4,00	4,00		3,00	1,00	3,00	4,00	2,00	2,00	2,00	0,6	3,0	0,7	3,0	3,0	Promedio Móvil		
C-8315 - GARRAFA 20 KILOS	4,80	4,20	3,40	2,80	7,00	6,40	2,00	2,00	1,00	2,00		6,30	3,0	3,0	3,0	5,0	5,0	Suavizamiento Exp		
C-8315 - GARRAFA 10 KG	1,40	2,40	1,20	2,00	1,00	1,10	1,20	3,52	0,50	0,90		2,70	0,9	2,0	1,8	3,0	2,0	Promedio Móvil		
C-8320 - IBC 1000 KG	5,00	3,00	4,00	2,00	1,00	4,00	1,00	5,00	2,00	5,00	2,00	7,00	1,5	4,0	2,4	6,0	4,0	Promedio Móvil		
TIMERMAN PREMIUM 20 KILOS	0,94	1,16	1,80		0,54	0,52	0,72	1,02	0,80	1,08	1,50	1,20	0,1	2,0	0,1	2,0	2,0	Suavizamiento Exp		
TIMERMAN PREMIUM GALON	1,04	0,90	1,73	0,40	0,72	1,02	0,93	0,75	0,46	0,58	1,17	0,91	0,1	1,0	0,1	1,0	1,0	Promedio Móvil		
TIMERMAN PREMIUM 1 KILO	0,62	0,71	1,43	0,21	0,16	0,63	0,72	0,60	0,49	0,59	0,70	0,55	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	Promedio Móvil		
COLA MULTIUSO IBC 1000 KG	1,00		3,00	5,00	4,00	4,00	3,00	4,00	6,00	4,00	5,00	6,00	0,3	5,0	0,4	6,0	5,0	Promedio Móvil		
BE-830 - GARRAFA 4 KG	1,14	1,60	1,64	3,56	2,12	1,83	1,16	1,45	2,53	2,84	2,68	2,70	0,2	3,0	0,1	3,0	3,0	Suavizamiento Exp		
PVA 3010 ADHESIVO IBC 1000 KG	4,00	2,00	6,00		4,00	4,00	4,00	2,00	4,00	6,00	7,00	3,00	0,8	5,0	1,1	4,0	5,0	Promedio Móvil		

Figura 12. Pronóstico mes 13 con método de promedios móviles y suavización exponencial

Fuente: Información adaptada de la empresa en estudio

Elaborador por: Autor

#### 4.1.5. Publicación de la planificación del inventario en pantallas led

El éxito de esta propuesta radica en aprovechar las pantallas led implementadas en la empresa y los beneficios que nos brinda la tecnología mediante el uso del internet de las cosas (IoT Internet of things por sus siglas en inglés).

El objetivo es compartir en estas pantallas y con todos los procesos involucrados la información en línea de la planificación y optimización del inventario, de esta manera se fortalece cada vez más el nivel de la cadena de suministro digitalizada a fin de evitar el quiebre de las existencias y la falta de oportunidad para atender las necesidades de los clientes.

Con lo anterior se pretende compartir en línea la información del inventario, las existencias de seguridad, el punto de reorden, los pronósticos para los meses próximos.

A continuación la información de la ubicación de estos dispositivos y las áreas de influencia:

**Tabla 3:**  
*Ubicación de pantallas led*

Ubicación	Areas
Oficinas Administración	Ventas – Servicio al Cliente
Almacenes	Logística y Distribución
Laboratorio	Calidad
Planta	Operaciones

**Fuente:** Información adaptada de registros de la empresa en estudio

**Elaborado por:** Autor

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

Después de definir el modelo para optimizar el inventario de producto terminado empacado en la empresa Interamericana de Productos Químicos del Ecuador S.A., se describen las conclusiones a continuación:

- El estudio de este caso se fundamenta en teorías para la optimización de inventarios relacionadas con el análisis ABC para el producto terminado empacado, el punto de reorden, las existencias de seguridad, pronósticos con base en promedios móviles y suavizamiento exponencial. Con la adecuada interpretación de estas teorías se plantea un modelo para alcanzar beneficios importantes para la empresa, estos beneficios procuran optimizar recursos a través de mantener niveles adecuados de inventario.
- El análisis ABC para las líneas de producto terminado empacado permite identificar que la línea correspondiente a Emulsiones De Pvac está dentro del 80% superior y está clasificada como A. Las líneas de Pvac y Emulsiones están en el siguiente 15% y se clasifican como B; finalmente las líneas de producto terminado empacado correspondientes a hot melt, resinas butiladas, resinas úrea/formol sólidas, dispersiones, resinas fenólicas líquidas, dispersiones VA, no peligrosos, resinas melamina úrea formol, resinas úrea formol líquidas, catalizadores, resinas epi, wa hardener, aditivos, resinas melamínicas y de misceláneos se encuentran en el 5% final clasificadas como C.
- Mediante este estudio se identificaron oportunidades para mejorar el control del inventario de producto terminado empacado a través de la clasificación metodológica de las referencias, la definición del stock de seguridad y el punto de reorden, así como también para mejorar el nivel de pronóstico de los inventarios mediante la aplicación de una herramienta sistemática y con un pequeño nivel de desviación.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda a los responsables de la cadena de suministro de la empresa implementar las metodologías aplicadas en el estudio con enfoque en el proceso de planificación y mejora del inventario de producto terminado empacado.  
Se alcanzan una gran cantidad de beneficios que se traducen en eficiencias económicas y optimización de recursos al aplicar estas metodologías que han sido demostradas y entre las cuales se tienen la definición del stock de seguridad, la determinación del punto de reorden, el análisis para llegar a una metodología de clasificación ABC.
- Se recomienda al Jefe de Logística que se diseñe, apruebe e implemente en el mediano plazo un programa de capacitaciones con enfoque en herramientas de pronóstico a todas las personas involucradas en el proceso de planificación del inventario, este programa se ejecutaría periódicamente en función de la dinámica de las condiciones de los productos y del mercado.
- Se recomienda al proceso comercial aplicar las herramientas de pronóstico definidas en el estudio y analizando para cada referencia la metodología de proyección que más se ajuste; esta estrategia permitirá optimizar los recursos y elevar el nivel de satisfacción de los clientes, minimizando los faltantes y manteniendo existencias que cubran las necesidades del mercado.

### Bibliografía

- Ballesté, E., & Nogueras, M. (2020). *Estrategia de Supply Chain en tiempos de Transformación Digital*. Madrid, España: Sanz y Torres S.L.
- Calatayud, A., & Katz, R. (2019). *Cadena de Suministro 4.0: Mejores Prácticas Internacionales y Hoja de Ruta para América Latina*. Inter-American Development Bank. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=CuW3DwAAQBAJ&lpg=PA1&hl=es&pg=PA2#v=onepage&q&f=false>
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. Producción y Cadena de Suministros*. México, D.F., México: Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Chopra, S., Meindel, P., & Pino, R. (2017). *Administración de la cadena de suministro: estrategia, planeación y operación*. Lima, Perú: Pearson Educacion. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/uide/titulos/136608>
- Cuatrecasas, L. (2012). *Procesos en flujo Pull y gestión Lean: sistema Kanban*. Ediciones Diaz de Santos. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/uide/titulos/62616>
- Fernández, J. (2016). *Optimización de la cadena logística (MF1005\_3)*. Madrid, España: Editorial CEP, S.L. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/uide/titulos/51051>
- Fontalvo, T., & Cardona, D. (2011). *La cadena de suministro: un enfoque práctico para el diseño e implementación del modelo SCOR*. Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/uide/titulos/71197>
- Garrell, A., & Guilera, L. (2019). *La industria 4.0 en la sociedad digital*. Barcelona, España: Marge Books. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/uide/titulos/106378>
- Gómez, I., & Brito, J. (2020). *Administración de Operaciones*. (J. Brito Aguilar, & I. Gómez Gómez, Edits.) Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Johnson, F., Leenders, M., & Flynn, A. (2012). *Administración de compras y abastecimientos*. México D.F., México: McGraw-Hill Interamericana. Obtenido de <https://www.mdconsult.internacional.edu.ec:2368/?il=286&pg=4>

Peña, C., & Hernández, E. (2018). *Cadena de suministro 4.0: beneficios y retos de las tecnologías disruptivas*. Barcelona, España: Marge Books. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/uide/titulos/45161>