

# UNIVERSIDAD DE SONORA DIVISIÓN DE INGENIERÍA



## POSGRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL MAESTRÍA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS Y TECNOLOGÍA

DISEÑO DE UN SISTEMA DE INVENTARIOS EN UNA  
EMPRESA COMERCIALIZADORA DE ALIMENTOS

# T E S I S

PRESENTADA POR

**ROBERTO GUZMÁN MÁRQUEZ**

Desarrollada para cumplir con uno de los  
requerimientos parciales para obtener  
el grado de Maestro en Ingeniería

DIRECTOR DE TESIS  
DR. LUIS FELIPE ROMERO DESSENS

HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO.

OCTUBRE 2021

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"

# UNIVERSIDAD DE SONORA



División de Ingeniería  
Posgrado en Ingeniería Industrial  
Maestría en Ingeniería en Sistemas y Tecnología

Hermosillo, Sonora a 30 de septiembre de 2021.

## ROBERTO GUZMAN MARQUEZ

Con fundamento en el artículo 66, fracción III, del Reglamento de Estudios de Posgrado vigente, otorgamos a usted nuestra aprobación de la fase escrita del examen de grado, como requisito parcial para la obtención del Grado de Maestro(a) en Ingeniería: Ingeniería en Sistemas y Tecnología.

Por tal motivo este jurado extiende su autorización para que se proceda a la impresión final del documento de tesis: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE INVENTARIOS EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE ALIMENTOS** y posteriormente efectuar la fase oral del examen de grado.

ATENTAMENTE

DR. LUIS FELIPE ROMERO  
DESSENS

Director(a) de tesis y Presidente del jurado

DR. GUZMAN GERARDO ALFONSO  
SANCHEZ SCHMITZ

Secretario(a) del Jurado

M.C. MARTINA ELISA PLATT  
BORBON

Vocal del Jurado

DR. JAIME OLEA MIRANDA  
Vocal del Jurado

San José, California, Estados Unidos, el día 29 de septiembre de 2021

**ROBERTO GUZMÁN MÁRQUEZ**

Con fundamento en el artículo 66, fracción III, del Reglamento de Estudios de Posgrado de la Universidad de Sonora, otorgo a usted mi aprobación de la fase escrita del examen profesional, como requisito parcial para la obtención del Grado de Maestro en Ingeniería: Ingeniería en Sistemas y Tecnología.

Por tal motivo, como sinodal externo y vocal del jurado, extiendo mi autorización para que se proceda a la impresión final del documento de tesis: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE INVENTARIOS EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE ALIMENTOS** y posteriormente efectuar la fase oral del examen de grado.

ATENTAMENTE



DR. JOSÉ LUIS RUIZ DUARTE  
SAN JOSE STATE UNIVERSITY  
Sinodal Externo y Vocal del Jurado

## **RESUMEN**

Este trabajo presenta el desarrollo de una investigación realizada durante la estancia en la Maestría en Ingeniería sistemas y tecnología, como requisito para la obtención del grado.

El proyecto busca apoyar en las mejoras de las políticas de abastecimiento en una empresa comercializadora de alimentos en el estado de Sonora, mediante la evaluación de algunos modelos de aprovisionamiento estudiados y analizados durante la estancia la realización del trabajo, el documento se compone de las siguientes secciones: la introducción, el marco de referencia que sustenta el trabajo, la metodología aplicada, la implementación y los resultados obtenidos de evaluar modelos de pronóstico de suavizado y métodos del máximo con distintas estrategias; así como las conclusiones, recomendación y trabajos futuros que salen de este proyecto.

## **ABSTRACT**

This work presents the development of a research carried out during the stay in the Master's Degree in Systems and Technology Engineering, as a requirement for obtaining the degree.

The project seeks to support the improvement of supply policies in a food marketing company in the state of Sonora, through the evaluation of some supply models studied and analyzed during the stay, the document consists of the following sections: the introduction, the frame of reference that supports the work, the methodology applied, the implementation and the results obtained from evaluating smoothing forecast models and maximum methods with different strategies; as well as the conclusions, recommendations and future work that come out of this Project.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Programa de Fortalecimiento de la Calidad Educativa (PFCE) por su apoyo económico brindado en mi estudio de posgrado.

A la Universidad de Sonora.

Al programa de Maestría en ingeniería: Ingeniería sistemas y tecnologías.

Departamento de Ingeniería industrial, de la universidad de Sonora.

A mi madre que, aunque hace años ya no está físicamente, fue, es y seguirá siendo principal razón de que yo esté aquí. A ella le dedico todo lo que soy.

A mi abuelo que me apoyo en este proyecto, que, aunque no alcanzo a ver la culminación de este proyecto es uno de mis motores.

A mi novia que me ha apoyado en cada paso de este proyecto. Y a su familia que siempre está al pendiente de ayudarme.

A mis amigos, que son gran apoyo para mí.

A mis hermanos con los que he compartido, cada dolor y alegría.

A mi director, que me ha guiado durante este proyecto.

A mis maestros, que siempre estuvieron guiándome y aclarando mis dudas.

A la empresa Quesos y Quesos, que me permitió realizar mi proyecto y brindo su apoyo durante el proceso.

Y, por último, pero no menos importante a Blanca Guerrero, amiga y mentora en esta empresa, quien me abrió las puertas para la realización de este proyecto.

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Presentación .....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	3
1.3 Objetivo general .....	4
1.4 Objetivos específicos .....	4
1.5 Hipótesis .....	5
1.6 Alcances y delimitaciones .....	5
1.7 Justificación .....	5
<b>2. MARCO DE REFERENCIA</b> .....	<b>7</b>
2.1 Cadena de suministro .....	7
2.2 Logística.....	8
2.3 Almacenes .....	8
2.4 Gestión de inventarios .....	10
2.5 Herramientas estadísticas para gestión de inventarios.....	11
2.5.1 Análisis ABC .....	12
2.5.2 Máximos y mínimos .....	12
2.5.3 Estadística y análisis de datos .....	13
2.5.4 Pronósticos de demanda .....	14
2.6 Modelos de optimización.....	23
2.6.1 Solver Excel .....	23
2.7 Herramientas de manufactura esbelta .....	24
2.7.1 Diagrama de Pareto .....	25

2.7.2 Diagrama de Ishikawa.....	25
2.8 Estudios previos.....	26
<b>3. METODOLOGÍA .....</b>	<b>29</b>
3.1 Análisis de la organización.....	30
3.2 Recolección de los datos .....	30
3.3 Selección de los artículos a analizar .....	32
3.4 Aplicación y selección de los modelos de pronósticos para cada producto .....	34
3.5 Aplicación y estimación de Máximos.....	37
3.6 Combinación de pronósticos y máximos .....	39
3.7 Evaluación de los modelos .....	39
<b>4. IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>43</b>
4.1 Análisis de la organización.....	43
4.2 Recolección de los datos .....	51
4.3 Selección de los artículos .....	54
4.4 Aplicación y selección del modelo de pronóstico .....	57
4.5 Aplicación y estimación de Máximos y Mínimos .....	61
4.6 Combinación de los modelos de pronósticos y máximo.....	62
4.7 Evaluación de los resultados .....	63
<b>5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....</b>	<b>69</b>
5.1 Conclusiones.....	69
5.2 Recomendaciones .....	70
5.3 Trabajos futuros .....	70
<b>6. REFERENCIAS.....</b>	<b>71</b>
<b>7.ANEXOS .....</b>	<b>75</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1.</b> Organización almacenes QYQ (Fuente: Elaboración propia).....	2
<b>Figura 2.1.</b> Cadena de suministro.....	7
<b>Figura 2.2.</b> Objetivo de la logística .....	8
<b>Figura 2.3.</b> Pronósticos por horizonte de tiempo .....	15
<b>Figura 2.4.</b> Diagrama de Pareto .....	25
<b>Figura 2.5.</b> Diagrama de Ishikawa .....	26
<b>Figura 3.1.</b> Modelo para la planeación del aprovisionamiento (Fuente: Elaboración propia).....	29
<b>Figura 3.2</b> Módulo de “Reporte de ventas” (Fuente: Elaboración propia).....	31
<b>Figura 4.1</b> Evaluación del proceso de reabastecimiento .....	43
<b>Figura 4.2.</b> Pareto incidencias Despacho Enero-marzo 2020 (Fuente: Elaboración propia).....	45
<b>Figura 4.3.</b> Envío de producto al almacén mal estado semana 23 2020 (Fuente: Elaboración propia). .....	46
<b>Figura 4.4.</b> Ciclo de vida del producto en frío (Fuente: Elaboración propia). .....	47
<b>Figura 4.5.</b> Pedido sugerido tendencia .5 (Fuente: Elaboración propia).....	50
<b>Figura 4.6.</b> Pedido sugerido tendencia 1(Fuente: Elaboración propia).....	50
<b>Figura 4.7.</b> Pedido sugerido tendencia 2 (Fuente: Elaboración propia).....	51
<b>Figura 4.8.</b> Sistema Quesos y Quesos (módulo de ventas) (Fuente: Elaboración propia).....	53
<b>Figura 4.9.</b> Categorización de los productos (Fuente: Elaboración propia). .....	55
<b>Figura 4.10.</b> Uso de solver en el promedio ponderado (Fuente: Elaboración propia). .....	58
<b>Figura 4.11.</b> Uso de solver en el pronóstico de suavizado simple (Fuente: Elaboración propia).....	59
<b>Figura 4.12.</b> Uso de solver en el pronóstico de suavizado doble (Fuente: Elaboración propia).....	60

# ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> <i>Métodos de pronóstico cuantitativos.</i> .....	17
<b>Tabla 3.1.</b> <i>Ejemplo Análisis ABC</i> .....	33
<b>Tabla 3.2.</b> <i>Método de pronóstico con menor error.</i> .....	36
<b>Tabla 3.3.</b> <i>Resultados método máximos.</i> .....	38
<b>Tabla 3.4.</b> <i>Resultados método máximos.</i> .....	39
<b>Tabla 3.5.</b> <i>Resultados de los modelos.</i> .....	40
<b>Tabla 4.1.</b> <i>Reporte de tipo de incidencia Enero-marzo 2020</i> .....	44
<b>Tabla 4.2.</b> <i>Ventas por producto en semanas del año 2020.</i> .....	54
<b>Tabla 4.3</b> <i>análisis ABC por familias.</i> .....	56
<b>Tabla 4.4</b> <i>Ejemplo de resultados 113311 sem. 5 2020.</i> .....	60
<b>Tabla 4.5</b> <i>Ejemplo de resultados 113311 sem. 5 2021.</i> .....	61
<b>Tabla 4.6.</b> <i>Máximo percentil 80 producto 222800.</i> .....	62
<b>Tabla 4.7.</b> <i>Máximo percentil 90 producto 222800</i> .....	62
<b>Tabla 4.8.</b> <i>modelos combinados producto 331080 sem 9 2020.</i> .....	63
<b>Tabla 4.9.</b> <i>modelos combinados producto 209210 sem 10 2021.</i> .....	63
<b>Tabla 4.10.</b> <i>Porcentaje de insuficiencia.</i> .....	64
<b>Tabla 4.11.</b> <i>Evaluación de los métodos en el año 2020.</i> .....	65
<b>Tabla 4.12.</b> <i>Evaluación de los métodos en el año 2021.</i> .....	66
<b>Tabla 4.13.</b> <i>Evaluación de los métodos en los dos años.</i> .....	67

# 1. INTRODUCCIÓN

En este documento, se describe una investigación en donde se estudia el problema de una empresa con dificultades de atender la demanda de ciertos productos: alimentos de almacenamiento en frío, seco y congelado, se habla de la realidad de la organización, se plantea la problemática y los objetivos que este trabajo busca alcanzar, así como la metodología que se utiliza para lograr lo propuesto y los resultados obtenidos.

## 1.1 Presentación

El proyecto se realizó en la empresa Quesos y Quesos S.A. De C.V. de Hermosillo, Sonora. Esta se dedica a la comercialización y distribución de alimentos perecederos para consumo humano como: quesos, carnes frías, producto congelado (papas y pollos) y algunos otros de abarrotes como salsas para pizza y aderezos, así también para el abastecimiento a empresas que procesan alimentos en esta ciudad, u otros lugares en el estado de Sonora. Los productos que distribuye en una primera clasificación son aquellos que requieren y no refrigeración.

La empresa está localizada en Hermosillo y su administración (compras, ventas, administración, proyectos, recursos humanos, sistemas y contabilidad) se localiza en un edificio y en un edificio continuo se encuentra el almacén general identificado como: “Almacén matriz” y en otro espacio se localiza un punto de venta de menudeo, también tienen otro en la calle Francisco Monteverde. Además, la empresa tiene otro edificio en el mismo predio que atiende a los restaurantes, también cuenta con un CeDis en la Ciudad de Nogales y otro en la Ciudad de Obregón, Sonora. Actualmente, la decisión de comprar depende del departamento de compras en conjunto con ventas quienes se encargan de orientar y autorizar las necesidades del mercado. La gerencia ‘compras’ realiza un análisis empírico de la venta y del inventario existente y después elabora la propuesta de órdenes de compra que presenta para su autorización a ventas. El departamento de ventas debe analizar la propuesta y responder en tiempo, si habrá algún cambio por conocer si se aplicará alguna estrategia de venta sobre algún

producto específico; para que el departamento de compras lo analice y haga cambios en las órdenes.



**Figura 1.1.** Organización almacenes QYQ (Fuente: Elaboración propia)

El “Almacén Matriz” es el centro de distribución que además de atender a las rutas locales (abarrotes, minisúper, y conveniencia), resguarda el inventario general para abastecer a todas las demás unidades que son: una en la Ciudad de Nogales, otra en Obregón y otras tres en la Ciudad de Hermosillo. El almacén matriz tiene una capacidad de 150 toneladas de productos para su venta y distribución. Dicho local está formado por 4 cuartos fríos (4 a 16 grados centígrados), congelador (-15 grados centígrados aproximadamente) y 1 cuarto de secos (salsas para pizza, pastas, cajas para pizza) que se encuentra a temperatura ambiente; mismo donde opera poco más del 95 % de productos perecederos; lo que conlleva que la planeación de suministros para distribución deba ser realizado de la mejor manera posible, para evitar pérdida por caducidad, por no alcanzar a desplazar el producto a tiempo, o en su extremo, pérdida económica por venta perdida.

Como se mencionó el almacén matriz es el responsable de abastecer a todas las unidades de negocio, pero son los mismos puntos de venta los responsables de hacer sus pedidos, estos pedidos se realizan de forma pragmática, ya que no se tiene una estandarización en cómo deben hacerse, cada responsable de los almacenes tienen

como parte de sus funciones el realizar los pedidos al almacén central y cada uno tiene su forma de hacer el pedido, lo que ocasiona que el almacén matriz no sea capaz de atender a todos los puntos de venta, por no saber de qué forma harán sus pedidos los puntos de venta para la siguiente semana o porque un punto de venta puede solicitar producto que está destinado para otro. Estos puntos de venta son: una en el mismo edificio en el que se encuentra el almacén matriz, que es un punto de venta a menudo en la colonia Dalia. Este cuenta con su propio almacén para atender a sus clientes. La otra unidad de negocio atiende a las empresas que preparan alimentos como restaurantes, comedores industriales, hoteles, entre otras. Este está localizado en la misma colonia que el punto de venta anterior, pero este es un edificio independiente, tiene un volumen de venta mayor a la unidad de venta de menudeo de Dalia y que las unidades de negocio de Nogales y Obregón; tiene su propio almacén, y funciona bajo pedidos en horarios específicos de los clientes, por lo que es de vital importancia que cuente con el abastecimiento adecuado, para que las rutas que entregan los pedidos, no se atrasen y poder llegar al cliente en tiempo y forma según los requerimientos del cliente (horarios y calidad); y por último, el punto de venta localizado en la calle Monteverde casi esquina con Blvd. Luis Encinas J., esta unidad de negocio funciona como un punto de venta de menudeo a clientes que van y recogen; pero la empresa le está apostando también a que pueda atender a los clientes de restaurantes que se encuentren cerca de este lugar y que les urge su producto.

Mensualmente se genera una pérdida económica de alrededor de \$15,000.00 por producto destruido por diversas causas como artículos caducados, dañados por mal manejo, además, el abastecimiento por parte del almacén matriz a los demás puntos de distribución y venta se está realizando con un nivel de servicio de hasta 50 % de lo solicitado.

## **1.2 Planteamiento del problema**

Teniendo en cuenta que los objetivos de las organizaciones dedicadas a las ventas es sumar a su cartera la mayor cantidad de clientes posibles y conservar la lealtad de los mismos; la empresa Quesos y Quesos se encuentra en un momento muy importante

para su crecimiento y lograr sus objetivos organizacionales, ya que actualmente está en una transición de las instalaciones actuales a unas nuevas, pero pone de relieve que la empresa debe afrontar nuevos retos, uno de ellos es tratar de determinar las políticas de administración de inventario, con el fin de satisfacer lo mejor posible su demanda, y así poder cumplir con los requerimientos en sus puntos de ventas buscando reducir la pérdida económica por producto mermado por caducidad o mal manejo, así como la pérdida por ruptura que se genera al no tener suficiente inventario.

Este trabajo abordará como proyecto piloto, el requerimiento de un punto de venta de menudeo que tiene la organización, es decir, se tratará de determinar un modelo, que el punto de venta analizado deberá utilizar para hacer sus pedidos al “Almacén matriz. Actualmente la empresa no cuenta con políticas de abastecimiento en sus puntos de venta, los responsables de cada punto de venta, realizan sus pedidos de forma empírica, lo que aumenta el riesgo de solicitar producto de más y da posibilidad de que el producto se mal trate durante el proceso de abastamiento (desde el surtido hasta la recepción), incrementa que el producto que se compró para un punto de venta sea solicitado por otro, así como el llegar a su fecha de caducidad, por no desplazarse, y gastos por transporte para reabastecer al punto de venta si este no pidió suficiente. Se cuenta con un método en un punto de venta que es el de tomar el promedio de venta de las últimas 3 semanas y multiplicarlo por dos. Pero de nuevo, esta manera de hacerlo no es una política, y nunca se ha estudiado si es la mejor forma de hacerlo.

### **1.3 Objetivo general**

Respaldar la actividad de comercialización para incrementar los niveles de atención a sus clientes; minimizando los posibles desperdicios, como pérdidas en los artículos por caducidad, merma o escasez.

### **1.4 Objetivos específicos**

- Analizar y determinar los principales factores que pudieran estar afectando la frescura, o la escasez de las mercancías en la empresa.

- Investigar y elegir las herramientas, métricas y metodologías de control de inventarios que ayuden a mejorar los procesos para gestión de inventario que tiene la organización.
- Proponer e implementar las políticas y procedimientos convenientes según las oportunidades identificadas al alcanzar los objetivos anteriores.
- Evaluar la propuesta del método de abastecimiento, basado en métricas de operación y en la reducción de las mermas identificadas.

## **1.5 Hipótesis**

La determinación de las políticas de abastecimiento y administración de inventarios contribuirá a mejorar la operación de los almacenes, eficientizar el manejo de las existencias y reducir los desperdicios en los almacenes correspondientes.

## **1.6 Alcances y delimitaciones**

Este trabajo se realizará en el punto de venta que se encuentra ubicado en la calle Francisco Monteverde, en la ciudad de Hermosillo, Sonora, analizando el nivel de servicio que se tiene en el surtido este punto de venta y se pretende sirva como plan piloto para ser replicado en la organización en donde aplique.

## **1.7 Justificación**

Este estudio pudiera traer beneficios económicos para la empresa Quesos y Quesos S.A de C.V, ya que, al conseguir los resultados buscados se podrá establecer los niveles máximos y mínimos de inventario del Despacho Monteverde, lo que servirá de directriz para el almacén matriz para saber cuánto debe comprar el departamento de compras y servir de guía para las otras unidades de negocio, se reducirá la pérdida económica por desperdicio de materia prima. Así mismo, el estudio no solo busca reducir el nivel de abastecimiento que se tiene, debido a que eso puede generar que no se cuente con el suficiente producto para venta y generar molestias en el cliente y, por lo tanto, ventas perdidas; si no que busca el inventario más conveniente en función de las cantidades vendidas.

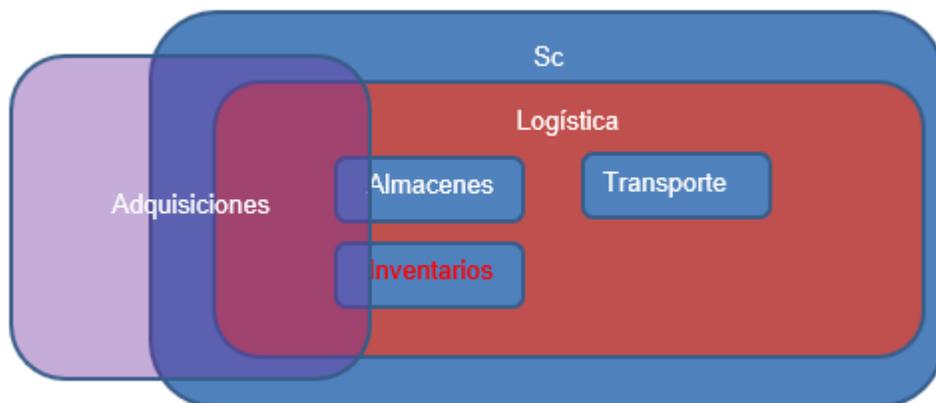
En los siguientes capítulos se muestra en el número dos, lo relacionado con el estado del arte, se puede leer en este capítulo los conceptos básicos que aborda este documento, algunos problemas comunes sobre lo aquí estudiado, herramientas de solución, así como se mencionan algunos artículos donde se han tratado de solucionar los problemas relacionados con almacenes. En el tercer capítulo, se hace una descripción del modelo que se propone como solución para el problema que atiende este trabajo, se detalla paso a paso de forma general cómo se busca solucionar el problema. En el cuarto paso, se nos muestra cómo el modelo propuesto en el apartado anterior a este es aplicado en el problema particular; se explica a detalle el modelo adaptado a la realidad de la organización, las limitaciones y soluciones que se tienen al momento de aplicar el modelo. Posteriormente, el quinto capítulo que es donde se encontrarán las conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros. Después un capítulo seis, donde se pueden ver las referencias en las que este trabajo se sustenta. Y, por último, el séptimo capítulo, donde se verán los documentos anexos que enriquecen este documento.

## 2. MARCO DE REFERENCIA

En este capítulo se encuentra lo recolectado en la investigación de lo existente en el estado del arte sobre los temas que aborda este problema; se comienza de una forma general hablando de los temas que competen la parte logística como gestión de cadena de suministros, almacenes, inventarios, pasando después a la parte que analiza las herramientas de manufactura esbelta y estadística que ayudarán a solucionar la problemática; por último, se presentan algunos estudios previos que abordan desafíos similares.

### 2.1 Cadena de suministro

En un artículo enfocado en el análisis de la GCS (Gestión Cadena de Suministro), Alomoto, Acuña, Salvador, Ortiz & Ruiz-Torres (2015) mencionan que la cadena de suministros es un sistema de organizaciones conformada por proveedores, fabricantes, distribuidores y vendedores organizados de manera eficiente, para proveer las necesidades de insumos o productos del consumidor final en el tiempo necesario al menor costo posible. En la figura 2.1 se muestra de forma general cómo está relacionada la cadena de suministros, tocando los puntos que se explicaron anteriormente, es decir, la cadena de suministros, con ayuda de la logística, se encarga de garantizar el inventario, de materia prima y/o suministros transportando las adquisiciones, hacia los almacenes donde se quieren.



**Figura 2.1.** Cadena de suministro (Fuente: Elaboración propia).

## 2.2 Logística

La logística se puede definir como una parte de la cadena de suministros, responsable de la gestión, planificación, control, flujo de información y almacenamiento de los bienes y servicios desde el lugar de origen hasta el momento de consumo, esto considerando la satisfacción de la demanda del consumidor según nos dice Escudero (2019). De acuerdo con este argumento, para Castellanos (2015), es importante que las actividades sean planeadas, confeccionadas y monitorizadas teniendo en cuenta las reglas establecidas por la organización y considerando el nivel del servicio al cliente. Dicho de otra manera, la logística, es la responsable de gestionar de forma directa, los flujos físicos (compras distribución y devolución) y de forma indirecta el movimiento de información financiera, y de información asociados. Según el autor, se puede decir entonces que el objetivo de la logística es tener los recursos y materiales necesarios, en el momento necesario, en el estado necesario y con esto contribuir con la rentabilidad de la organización. Del trabajo de Castellanos (2015) se obtiene la figura 2.2. que nos muestra los objetivos que la logística busca alcanzar tener el producto adecuado, al mínimo costo, brindando certeza en la entrega etc.



**Figura 2.2.** Objetivo de la logística. Tomada de (Castellanos A. 2015)

## 2.3 Almacenes

De acuerdo con Gómez, Zuluaga, y Vásquez (2015), en los sistemas logísticos, los centros de distribución (CEDI) son de gran importancia, ya que facilitan poder atender

los pedidos de los clientes, controlar los requerimientos en base a la oferta y la demanda, y la buena organización de los eslabones de la cadena de suministro (proveedor, empresa y cliente) mediante el uso de la gestión de inventarios, y operaciones como: recepción, acomodo, almacenamiento, preparación de pedidos, despacho, consolidación de los pedidos de almacén, entre otras; debido a que “los inventarios son artículos para venta, producción o refacciones resguardados para el futuro” (Hinostroza Huanay, 2016).

Empleando las palabras de Romero, León, Alvarado, Llanes, y Sanéz (2018), el almacén es un elemento de los que participan en la cadena logística (diversos niveles que recorren los materiales desde la materia prima hasta el producto final) y es muy importantes tanto para la empresa, como para toda la cadena logística, debido a que funciona como un elemento regulador en el flujo de recursos relevantes, mientras que para Valencia (2019), los almacenes son infraestructuras que ofrecen un adecuado ambiente para resguardar temporalmente bienes y materiales que necesitan protección de los elementos (aire, agua, fuego y tierra). Es necesario que sean diseñados para acomodar los materiales recibidos para ser almacenados; el equipo de manejo de materiales; el área de recepción y entrega; y los requerimientos del personal.

Desde el punto de vista de Flamerique (2019), el almacenaje es importante, debido a que la mayoría de las organizaciones industriales, de comercio o servicio en su actividad requieren compensar el desequilibrio entre la oferta y la demanda de los artículos, debido a que es común que estas no empaten en cantidad y tiempo por retrasos en la producción distancia entre la organización y su cliente o la estacionalidad. Así mismo, el autor señala que para que los costos del almacenaje estén equilibrados es necesario tener controlados los siguientes aspectos:

**Caracterización de los materiales:** es importante conocer las características de los productos que se almacenan para poder gestionar lo mejor posible las necesidades de

espacio y mantenimiento; considerando el acceso a la ubicación y la flexibilidad de la ubicación.

**La previsión de la demanda:** que permita tener las cantidades óptimas de existencia.

**Acceso a la información:** es necesario tener los sistemas adecuados para gestionar la información, con rapidez y agilidad, esto ayuda a gestionar mejor el almacén.

## 2.4 Gestión de inventarios

Así mismo, Correa, Gómez & Cano, (2010), describen que, dentro de la cadena, un proceso crítico es el de la gestión de almacenes, pues este se encarga de la administración de inventarios y, es en muchos de los casos, el encargado de gestionar los requerimientos de los clientes. Considerando que la gestión de inventarios es un proceso que atraviesa a la cadena de suministro, Salas, Maiguel y Acevedo, (2017) mencionan que es necesario implementar herramientas que ayuden a tener un manejo efectivo del mismo con la finalidad de evitar consecuencias no deseadas, como el efecto látigo, un nivel de servicio insuficiente y costos extras derivados de la gestión de inventario; y desde el punto de vista de Gutiérrez y Vidal (2008), uno de los problemas principales, es tener en exceso artículos que no se venden o, a su vez, escasez en aquellos artículos que sí se venden o mayor demanda tienen.

Tal como el autor define, “El sistema de inventarios son todas políticas, procedimientos y controles que se rigen para administrar los inventarios de manera eficaz” (Hinostroza Huanay, 2016, p. 30). La gestión de inventarios según Veloz y Parada (2017), comprende una serie de procesos operacionales que buscan satisfacer las necesidades de los clientes finales al menor costo, algunos de esos procesos son: el análisis de la demanda con el fin de determinar el aprovisionamiento, la clasificación de los inventarios y las políticas de recepción y manejo del inventario, entre otros. En un estudio, cuyo objetivo es analizar el control de inventarios, Asencio, González y Lozano (2017), señalan que, la administración de los inventarios dentro de las organizaciones representa un reto diario, debido a que cumple con vitales funciones como: permitir la independencia entre operaciones, soportar la incertidumbre de la

demanda, flexibiliza la programación de la producción, protege contra retrasos en los tiempos de entrega del proveedor y aprovecha los descuentos por parte de los proveedores, es por ello que, según los autores, los inventarios representan el mayor activo dentro de los reportes financieros de las organizaciones en la mayoría de los casos.

En opinión de Durán y Aguilar-Santamaría (2012), el inventario es el amortiguador que existe entre dos sistemas: el primero es el de oferta (producción o abastecimiento) y el segundo se trata de la demanda (clientes o distribuidores). Partiendo de esto, es posible decir que el tamaño de este dependerá del comportamiento de los sistemas mencionados (oferta-demanda). Entonces, mientras más tarde el abastecimiento, más grande será el tamaño del inventario debido al efecto látigo de la demanda.

En su libro, el autor Guerrero (2009) clasifica los modelos de inventario según el comportamiento que tenga de demanda del producto: y este comportamiento puede ser determinístico o probabilístico; es determinístico si se conoce la demanda futura (esto solo puede conseguirse si la empresa trabaja bajo pedidos), el siguiente modelo de inventario, son aquellos en los que la demanda futura no se puede conocer con precisión, pero se le puede asignar una función de probabilidad.

Existe en la práctica diaria una nomenclatura que es utilizada para la administración de los productos que maneja una organización, esta es conocida como SKU's por sus siglas en inglés (Stock Keeping Unit) que, según Gracia, Hiller y Gutiérrez (2021) los Sku's son cadenas alfanuméricas, que se utilizan para la identificación de los productos.

## **2.5 Herramientas estadísticas para gestión de inventarios**

En la Gestión de inventarios, hay algunas herramientas que son útiles al momento de querer direccionar los inventarios de manera eficiente y eficaz; herramientas como: Análisis ABC, que es un método que ayuda a clasificar los estilos de un inventario considerando su impacto en el volumen de ventas de una empresa. La congruencia entre los registros en el sistema de control del inventario con las existencias en los

almacenes es de vital importancia para tomar decisiones correctas. Los recuentos cíclicos (son las revisiones periódicas de los inventarios que se hacen para asegurarse que las políticas de inventario estén funcionando correctamente). Además de un excelente sistema de información, Hinostróza (2016), propone algunos modelos matemáticos que pueden ayudar a la toma de decisiones al administrar los sistemas de inventarios; algunos de estos modelos pueden ser: Modelo de cantidad económica a ordenar (EOQ). Punto de re-orden (ROP). Inventario de seguridad (SS). Modelo de cantidad económica a producir. Modelo de descuentos por cantidad y Modelo de sistema de periodo fijo (P).

### **2.5.1 Análisis ABC**

Este instrumento, se basa en el Principio de Pareto, el cual nos dice el 80 % de las consecuencias/resultados son provocadas por alrededor del 20 % de las causas/recursos. El enfoque más común consiste en categorizar a los artículos en tres grupos A, B y C, de manera descendente, teniendo en cuenta un único criterio que está relacionado con el valor anual invertido en los bienes (Enríquez Zárate y Rodríguez Lozada, 2020).

Se ordenan de forma numérica descendente, el código del producto, la cantidad en unidades vendida durante el año a analizar, el costo del producto, la participación que está dada por dividir 1 sobre el total de las productos analizados, lo que terminará en dar la misma participación para todos los artículos, el consumo se refiere a el costo por las unidades vendidas, el porcentaje de consumo se calcula dividiendo el total del consumo sobre el consumo individual y multiplicándolo por 100 y con esto se podrá calcular el porcentaje de consumo acumulado con la finalidad de encontrar el 80% de los productos y por último viene la calificación A, B, C.

### **2.5.2 Máximos y mínimos**

De acuerdo con Velásquez (2019), el *stock* máximo y mínimo también conocido como control preventivo de inventario, es una forma de control operativo del inventario, que está basado en los reabastecimientos reales ajustados a las necesidades, con la

finalidad de no incurrir en acumulaciones excesivas de suministros o inventarios (en proceso o terminado). Teniendo en cuenta que:

Pp: Punto de pedido

Tr: Tiempo de reposición de inventario (en días)

Cp: Consumo medio diario

Cmx: Consumo máximo diario

Cmn: Consumo mínimo diario

Emn: Existencia mínima

Emx: Existencia máxima

CP: Cantidad de pedido

E: Existencia actual

Las matemáticas utilizadas en la técnica son:

$$\text{Emn: } \text{Cmn} * \text{Tr} \quad (2.1)$$

$$\text{Pp: } (\text{Cp} * \text{Tr}) + \text{En} \quad (2.2)$$

$$\text{Emx: } (\text{Cmx} * \text{Tr}) + \text{Emn} \quad (2.3)$$

$$\text{CP: } \text{Emx} - \text{E} \quad (2.4)$$

### 2.5.3 Estadística y análisis de datos

Es una ciencia que se ocupa de la recolección y tratamiento e interpretación de los datos que se obtienen en una investigación sobre hechos, individuos o grupos de estos, para poder realizar de ello conclusiones precisas o estimaciones en el futuro (Salazar P. y Del castillo G., 2018).

Los estadísticos de posición no centrados son valores numéricos, que señalan su ubicación en un grupo de datos ordenados, pues una parte de los datos representa un valor de la variable, menor o igual que el estadístico, dentro de estos podemos encontrar: la mediana, los deciles, cuartiles y percentiles, y dependerá de que tan detallada se requiere la descripción de la variable.

Al dividir los datos en 100 partes iguales, quedan divididos en percentiles. La fórmula para calcular el percentil deseado es:

$$P_K = \frac{K(n+1)}{100} \quad (2.5)$$

#### **2.5.4 Pronósticos de demanda**

El pronóstico de la demanda se puede definir como el ejercicio de tratar de determinar la demanda futura para algunos productos en particular considerando que esta se encuentra bajo dos dinámicas, la controlable y la incontrolable. La precisión de los métodos de pronósticos dependerá de las características que el producto haya mostrado en sus ventas historias. En las políticas de control de inventario, la categorización de la demanda, juega un papel fundamental (Mor, Nagar y Bhardwaj, 2019), la información obtenida con el pronóstico de la demanda puede ser utilizada para la toma de daciones administrativas y para la planeación de las actividades relacionadas con las actividades operativas, en la literatura existen distintos criterios para la selección del modelo de pronósticos, estos pueden ser por las características en la serie de tiempo, sobre el desempeño del modelo, los criterios de información, o por la selección del criterio de los expertos (Bandeira, Alcalá, Vita y Barbosa, 2020).

De acuerdo con Namhias, (2007); los problemas de pronósticos se pueden clasificar en distintas dimensiones, una de ellas es la asociada al horizonte de tiempo, en la figura 2.1 se muestra un esquema que ilustra los tres horizontes cronológicos relacionados con el pronóstico y los problemas que comúnmente que se presentan al momento de planear las operaciones asociadas a cada uno. Según el autor antes mencionado, los pronósticos a corto plazo son de suma importancia para la planeación día a día, y comúnmente son medidos en días o semanas, por ello, son de gran ayuda en la administración de inventarios para planes de producción y programación de recursos.

Los pronósticos a mediano plazo suelen medirse en semanas o meses y algunos problemas de los pronósticos de mediano plazo que se presentan en la administración

de las operaciones son: los patrones de ventas para disponibilidad y requerimientos de trabajadores y familias de productos.

Por último, los pronósticos a largo plazo son aquellos que se miden en meses y años y resuelven los problemas de planeación de capacidad, patrones de venta a largo plazo y tendencias de crecimiento.



**Figura 2.3.** Pronósticos por horizonte de tiempo (Fuente: Guzmán y Celí 2018)

### Características de los pronósticos según Edwars (2010)

*Usualmente están mal.* La planeación de los recursos y los horarios de producción pueden requerir modificaciones si el pronóstico de la demanda es inexacto. El sistema de planeación debe ser lo bastante robusto para soportar errores de pronósticos no anticipados.

*Un buen pronóstico es más que un número.* Un buen pronóstico incluye alguna medición del error de demanda no anticipado. Este pudiera ser en forma de un rango o una medida del error como la varianza de la distribución del error de pronóstico.

*Los pronósticos agregados son más exactos.* Recordemos de estadística que la varianza del promedio de un grupo de variables aleatorias independientes distribuidas idénticamente es más pequeña que la varianza de cada una de las variables aleatorias; que es, la varianza de la media de la población es más pequeña que la varianza de la población, este mismo fenómeno ocurre en el caso del pronóstico. Sobre un base porcentual, el error obtenido en el pronóstico para las ventas de una línea de artículos es por lo general menor que el error obtenido en el pronóstico para un producto particular. Mientras mayor sea el horizonte de los pronósticos, menor será la exactitud de este.

*El pronóstico no debe ser usado excluyendo la información que se tiene.* Un método particular puede resultar en una precisión razonablemente exacta del pronóstico. No obstante, se puede tener información disponible concerniente a la demanda futura que no se presentó en el pasado histórico de la serie.

### **Pronósticos de demanda cualitativos**

En un trabajo enfocado a la optimización de los procesos de compras por medio de pronósticos, Cano y Viteri (2018), señalan, que los pronósticos cualitativos, son aquellos que se realizan de forma empírica, es decir, que es la experiencia del pronosticador la que determina como se “comportará” lo que se desea pronosticar. Mencionan que estos pronósticos suelen tener un grado de error alto, por tal razón una gran desviación y al hablar de las ventajas señalan que estos pronósticos suelen identificar los cambios sistémicos con rapidez e identificar las consecuencias que estos traerán. Por su parte, Chapman (2010), señala que este tipo de pronóstico es muy útil cuando no se cuenta con información histórica, por ejemplo, en los casos que se desea lanzar un producto nuevo y no se cuenta con información de venta historia, por ello, señala algunas características importantes de los datos que provienen de pronósticos cualitativos:

- Comúnmente estos se basan en alguna opinión y/o en alguna información cualitativa proveniente de una fuente externa.

- Este tipo de pronóstico usualmente es subjetivo; ya que suele desarrollarse a partir de la opinión de los agentes involucrados, con frecuencia estará sesgado dependiendo de la actitud positiva o pesimista del pronosticador.
- Entre las ventajas que tiene este método, es permitir obtener un resultado de forma rápida.
- En algunos casos, la proyección cualitativa es de suma importancia, ya que puede ser el único método disponible.
- Estos métodos de pronósticos son mayormente utilizados para productos individuales o familias de productos, muy rara vez para mercados completos.

En la tabla 2.1 se muestran algunos métodos de pronósticos cualitativos.

**Tabla 2.1. Métodos de pronóstico cuantitativos.**

Método cualitativo	Descripción del método	Uso	Exactitud (en un plazo)			Identificación del punto de cambio	Costo relativo
			Corto	Mediano	Largo		
Delphi	Pronóstico desarrollado mediante un grupo de expertos que responden una ronda de preguntas sucesivas. Las respuestas anónimas de todo el grupo retroalimentan a todos los participantes.	Pronósticos de ventas a largo plazo para planeación de capacidad o instalaciones. Pronóstico de tecnología para evaluar cuando pueden presentarse los cambios.	Regular a muy buena	Regular a muy buena	Regular a muy buena	Regular a buena	Medio a alto
Estudios de mercado	Grupos, cuestionarios, pruebas de mercado estudios que se usan para obtener datos del mercado	Pronósticos de ventas totales de la compañía.	Muy buena	Buena	Regular	Regular a buena	Alto
Analogía de los ciclos	Predicción basada en la fase de introducción, crecimiento y saturación de productos similares.	Pronósticos de venta a largo plazo para planeación de capacidad o instalaciones.	Mala	Regular a buena	Regular a buena	Mala a regular	Medio
Juicio informado	Pronóstico que puede hacer un grupo o individuo basado en sus experiencias, intuición, o hechos relacionados con la situación	Pronósticos de ventas totales y productos individuales	Mala a regular	Mala a regular	Mala a regular	Mala a regular	Bajo

(Fuente: Schroeder, 1996).

## Pronósticos de demanda cuantitativos

Las técnicas de pronóstico cuantitativas según Kolade (2019), son aquellos que utilizan procedimientos específicos y sistemáticos, para analizar información histórica y poder estudiar un patrón y proyectar ese patrón hacia el futuro, utilizando distintos métodos para obtener el pronóstico. Se asume generalmente que estos métodos son objetivos ya que son de naturaleza científica. Los métodos cuantitativos se dividen en dos categorías: proyección de tendencia utilizando series de tiempo y métodos causales.

En el libro "Forecasting: principles and practice" los autores Hyndman y Athanasopoulos (2018) propone, que para lograr que los métodos de pronósticos cuantitativos sean aplicados, se deban cumplir dos condiciones:

1. Que exista información numérica suficiente sobre el pasado.
2. Que sea aceptable asumir que algunos de los aspectos de los patrones del pasado se repetirán en el futuro.

Al momento de realizar los pronósticos existen técnicas que se basan en series de tiempo, los datos de las series de tiempo, es información que es grabada o recolectada sobre un periodo de tiempo, tal como hora, día, semana, mes o año. La razón para utilizar series de tiempo es la predicción de sus datos. Los datos son recolectados desde el pasado hasta el presente. Nos permite conocer el patrón o comportamiento de los datos, esa es la suposición. Los datos se pueden predecir en el futuro si tiene el mismo comportamiento que en el pasado de acuerdo con Sridama y Siribut, (2017).

López (2018), propone que las series de tiempo se pueden caracterizar por sus componentes, que pueden ser los siguientes:

- **Tendencia:** esta determina la base de incremento (o decremento) de la serie. Si la serie presenta un comportamiento estacional, su media y varianza son invariantes, este componente es la de largo plazo.
- **Estacionalidad:** es el comportamiento que presenta una serie en un periodo dado. Las series temporales pueden formar patrones que se repiten de un periodo al siguiente y su componente es de corto plazo.

- **Ciclos:** son desviaciones de la tendencia subyacente que pueden darse por factores distintos (generalmente externos), diferentes de la estacionalidad. El tiempo y duración de los ciclos puede o no ser regular y es un componente de largo plazo.
- **Aleatoriedad:** variaciones o cambios impredecibles o no periódicas que subyacen en la serie y representan un componente de muy corto plazo.

Por su parte, Pinedo y Eyzaguirre (2018), señalan que, para seleccionar un método de pronóstico, es necesario conocer su grado de precisión, la cual se puede conocer calculando sus diversos grados de error, los que mencionan son los siguientes:

- **Error del pronóstico:** que es la diferencia entre lo que se vendió realmente menos lo que se pronosticó y está dado por la siguiente ecuación:

$$e_t = Y_t - Y'_t \quad (2.6)$$

Donde:

$e_t$  = error de pronóstico en el periodo t

$Y_t$  = valor real en el periodo t

$Y'_t$  = valor de pronósticos para el periodo t

- **Desviación Absoluta Media (MAD):** Esta evalúa la precisión del pronóstico al realizar un promedio de las magnitudes de los errores de pronóstico. Este cálculo es más útil cuando quien evalúa desea estimar el error de pronóstico en las mismas unidades de la serie original y está dado de la siguiente forma:

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - Y'_t| \quad (2.7)$$

- **Error Cuadrático Medio (MSE):** Este método consiste en calcular el promedio de la suma de todos los errores observados elevados al cuadrado. Este método castiga los errores grandes de pronósticos; ya que los errores se elevan al cuadrado y por lo cual se elegirá otro método que tiene errores pequeños. Y este se calcula con la siguiente expresión:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - Y'_t)^2 \quad (2.8)$$

- **Error Porcentual Medio (MPE):** Este es utilizado para determinar si un método de pronóstico tiene sesgo. Se calcula al dividir el error en cada periodo entre el valor real para dicho periodo; después, se promedian los errores porcentuales calculados. Si el MPE arroja un número cercano a cero se puede deducir que el método de promedio no tiene sesgo. Si el resultado es un alto porcentaje negativo, el método sobreestima de forma consistente, y si el resultado es un porcentaje alto positivo, el método subestima consistentemente y se calcula con la siguiente ecuación:

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{Y_t - Y'_t}{Y_t} \quad (2.9)$$

Señalan los autores mencionados anteriormente que estas medidas de precisión son utilizadas para lo siguiente:

- Comparar la precisión de dos o más técnicas diferentes.
- Medir la utilidad o confiabilidad de una técnica específica.
- Ayudar a buscar una técnica óptima.

Algunos de los modelos basados en series de tiempo según Benghiat, Ahmad, Bobrove, Martella y Kiryakova, (2019) son:

**Ingenuo:** Este pronóstico toma en cuenta el último valor disponible en la serie de tiempo. Es prácticamente decir “lo que vendimos el último mes es lo que venderemos este mes” y “lo que vendamos este mes es lo que venderemos el próximo” y así sucesivamente. Está dado por la fórmula:

$$Y_{t+1} = Y_t \quad (2.10)$$

**Promedio simple:** es una técnica básica de pronósticos, consiste en usar la media de los últimos valores relevantes observados para pronosticar el próximo periodo. Este método pone un mayor peso en la información histórica, lo que puede ser útil y más

apropiado para pronósticos de largo alcance, cuando el ambiente es estabilizado y generalmente no presenta cambios.

$$Y'_{t+1} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t Y_i \quad (2.11)$$

**Promedio móvil:** este método es utilizado para series de tiempo que no presentan estacionalidad o tendencia. Por lo que, la tendencia y estacionalidad que presenten estos datos debe ser eliminada antes de implementar este método. Esto puede ser hecho con doble diferenciación o con suavizado exponencial. Igual que el promedio simple, esta técnica calcula pronóstico basado en el promedio de las observaciones anteriores. Sin embargo, descarta los valores más antiguos del promedio, cuando nuevas observaciones están disponibles.

$$Y'_{t+1} = \frac{(Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-w+1})}{w} \quad (2.12)$$

**Promedio móvil ponderado:** menciona que este es una variación del promedio móvil, con la diferencia que, mientras el promedio móvil simple asigna el mismo grado de importancia a todos los datos del pronóstico, el promedio móvil ponderado asigna diferentes grados de importancia a cada uno siempre y cuando la suma de las ponderaciones de 100 %. En la práctica es muy común asignar mayor grado de importancia al último valor observado. La fórmula para determinar el pronóstico con este enfoque está dada de la siguiente manera:

$$F_t = W_1 D_{t-1} + W_2 D_{t-2} + \dots + W_n D_{t-n} \quad (2.13)$$

Donde W es el valor de ponderación asignado a cada observación.

Mientras que Niño Lagaudó, (2018) menciona los siguientes modelos de pronósticos:

**Suavización exponencial de Brown o Suavización exponencial simple:** este enfoque de pronóstico no requiere una enorme cantidad de datos de la demanda histórica. Por lo cual, en cada ocasión en la que se realiza el pronóstico, se elimina la observación anterior y en su lugar se considera la demanda más reciente. Este método se realiza a través de una constante de suavización alfa ( $\alpha$ ) que tiene un valor que se

encuentra entre 0 y 1, aunque en la práctica real es común que este se encuentre entre 0,05 y 0,50. Esta constante se utiliza como un factor de ponderación y su variación se realiza por la necesidad de brindarle mayor peso a datos recientes (alfa  $\alpha$  más elevada) o a datos anteriores (alfa  $\alpha$  más bajo). Y la forma de calcular el pronóstico con este enfoque es la siguiente:

$$F_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)F_{t-1} \quad (2.14)$$

**Suavización exponencial lineal de Holt o Suavización Doble:** este método de pronóstico permite hacer una doble atenuación (el valor suavizado de la serie y el cambio en la tendencia a través del tiempo) y toma como datos de entrada, los datos ajustados de la suavización Simple (Brown). Para que este modelo pueda ser aplicado se requieren dos constantes de suavización,  $\alpha$  y  $\beta$ , las dos deben ser valores entre 0 y 1. Es adecuada la utilización de este modelo, cuando se supone que la demanda presenta un nivel y una tendencia en el componente sistemático, pero no presenta estacionalidad. Y la ecuación para calcular este pronóstico está dada de la siguiente manera:

$$F'_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)F'_{t-1} \quad (2.15)$$

$$F''_t = \beta F'_t + (1 - \beta)F''_{t-1} \quad (2.16)$$

$$F_t = F'_t + F''_t \quad (2.17)$$

**Modelo Holt-Winter's (suavizado lineal exponencial):** este modelo es parecido al lineal de Holt con respecto al comportamiento de la serie de tiempo, sin embargo, además de considerar la tendencia, también considera la estacionalidad, por lo tanto, esta técnica comprende la ecuación de pronóstico y tres ecuaciones de suavizado. Las ecuaciones para pronosticar con este enfoque son las siguientes:

$$F_{t+k} = (L_t + k + T_t)S_{t+k-M} \quad (2.18)$$

Nivel: 
$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-M}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2.19)$$

Tendencia: 
$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2.20)$$

Estacionalidad: 
$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-M} \quad (2.21)$$

Estos modelos buscan realizar una “suavización” en los pronósticos, es decir: el objetivo de estos métodos es disminuir el impacto de las fluctuaciones aleatorias en el pronóstico causadas por el componente irregular de las series de tiempo Villareal, F. (2016).

## 2.6 Modelos de optimización

Chandrakantha (2008) dice que los problemas de optimización son desafíos que se encuentran hoy en día en muchas áreas de la vida cotidiana, tales como: ingeniería, ciencia, matemáticas, negocios, economía u otros. En este tipo de problemas, se puede encontrar la manera óptima, o más eficiente, de utilizar una serie de recursos limitados, para alcanzar los objetivos planteados. Esto puede ser maximizar las ganancias, minimizar el total de los costos o minimizar el tiempo total en la realización de algún proyecto, además de muchos otros. Para este problema se debe definir un modelo matemático, que sirva para representar la situación, este debe contar con las variables de decisión, una función objetivo, y las restricciones.

### 2.6.1 Solver Excel

Solver es un software complemento de Microsoft Excel. Puede ser utilizado para determinar un valor óptimo (mínimo o máximo) para una fórmula en una celda (objetivo), esta está sujeta a restricciones en los valores de otras celdas de fórmula de una hoja de cálculo. El complemento funciona con un grupo de celdas llamadas de variables de decisión se usan para encontrar fórmulas en las celdas objetivo y de restricción. Solver modifica los valores de las celdas de variables de decisión con el objetivo de que puedan cumplir con los límites de las celdas de restricción y arrojen el resultado que se desea en la celda objetivo (Microsoft, 2019).

En el trabajo de Vizcaino y Romero (2021), titulado “Evaluación de métodos de pronósticos de demanda aplicados a un modelo de recolección de residuos hospitalarios en algunos centros médicos de la ciudad de Bogotá”, el Software de

Solver es utilizado para reducir los valores de atenuación en los modelos de pronósticos utilizados, y con ello encontrar el método que sea más exacto al momento de pronosticar la demanda.

## **2.7 Herramientas de manufactura esbelta**

Menciona Gonzales (2017), que para muchos autores lean es una filosofía que se enfoca en reducir de desperdicios. Este concepto nace en su mayoría del Sistema de Producción de Toyota (Toyota Production System, TPS). Es un conjunto de “Herramientas” que contribuye a identificar y eliminar la combinación de desperdicios (muda), por tanto, a mejorar la calidad y minimizar el tiempo y del costo de producción. Por mencionar algunas de estas herramientas podemos nombrar la de mejora continua (kaizen), técnicas de solución de problemas como 5 ¿por qué? y sistemas a prueba de errores (poka yokes). Otro enfoque, toma en cuenta el “flujo de Producción” (mura) a través del sistema y no se enfoca en la reducción de desperdicios.

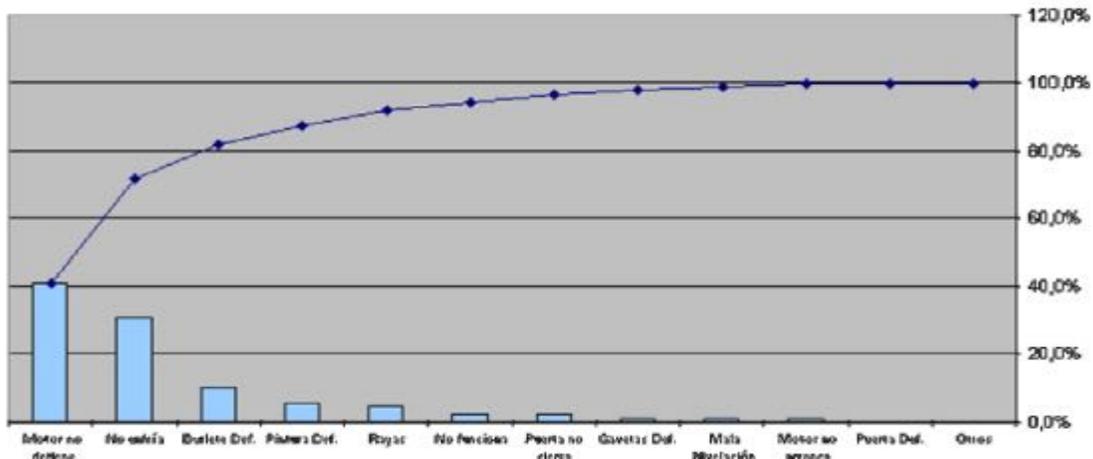
En su libro, el autor Socconini (2019), señala que el mejor acercamiento para la palabra “muda” sería “exceso”, recalca que es necesario que los 7 desperdicios que tienen las empresas deben ser bien entendidos, detectados y eliminados o al menos reducidos, todos los días en las empresas y organizaciones. Hace referencia que este es uno de los principales objetivos de “Lean Manufacturing” ya que estos desperdicios reducen la capacidad de la empresa, y representan un reto diario para administradores, gerentes y empleados en general.

Según el autor antes mencionado, los siete desperdicios son:

1. Muda de sobreproducción
2. Muda de sobre inventario
3. Muda de productos defectuosos
4. Muda de transporte de herramientas o materiales
5. Muda de procesos innecesarios
6. Muda de espera
7. Muda de movimientos innecesarios al trabajar.

## 2.7.1 Diagrama de Pareto

Con ayuda del Diagrama de Pareto se pueden identificar los problemas que tienen un mayor impacto mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) el cual hace referencia que existen muchos problemas que no tienen gran relevancia frente a solo unos que impactan fuertemente. Esto porque, usualmente el 80 % de los resultados totales son dados por el 20 % de los elementos. La gráfica es de gran ayuda al permitir detectar de forma visual en una sola revisión dichas minorías de características vitales a las que es de suma importancia concentrar los esfuerzos y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción correctiva sin malgastar recursos (Sales, 2013).



*Figura 2.2. Diagrama de Pareto. Tomada de (Fuente: Sales, 2013).*

## 2.7.2 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de causa-efecto, Ishikawa o de pescado (por su forma) es una herramienta gráfica que hace la relación de un “problema” con las causas que pudieran estar generándolo. Este diagrama obliga a buscar las distintas causas que afectan el problema que se está analizando y, así, tratar de evitar el error al buscar de forma directa las soluciones, sin haberse preguntado cuáles son realmente las causas de este efecto. El método más utilizado en este diagrama es el de las 6 M y se realiza agrupando las causas potenciales en seis ramas principales (6 M): métodos de trabajo, mano o mente de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Estos

elementos definen de manera general el proceso y cada “M” aporta variabilidad en el resultado final, por lo que es normal esperar que las causas de un problema estén relacionadas con una de estas 6 M (Rodríguez, 2017). Por lo que una vez detectada las causas que pueden estar afectando en el resultado final, se prosigue a tomar medidas de acción para reducir la variabilidad y tener el resultado deseado.

Existen en la literatura adaptaciones que utilizan mayor o menor número de variables, como es el caso del que utiliza Rodríguez F (2017), en su trabajo “Control de la calidad: herramientas de calidad” que utiliza 4 variables y podemos observar en la figura 2.5. la selección del metodo dependera de la complejidad y de la necesidad del proyecto.

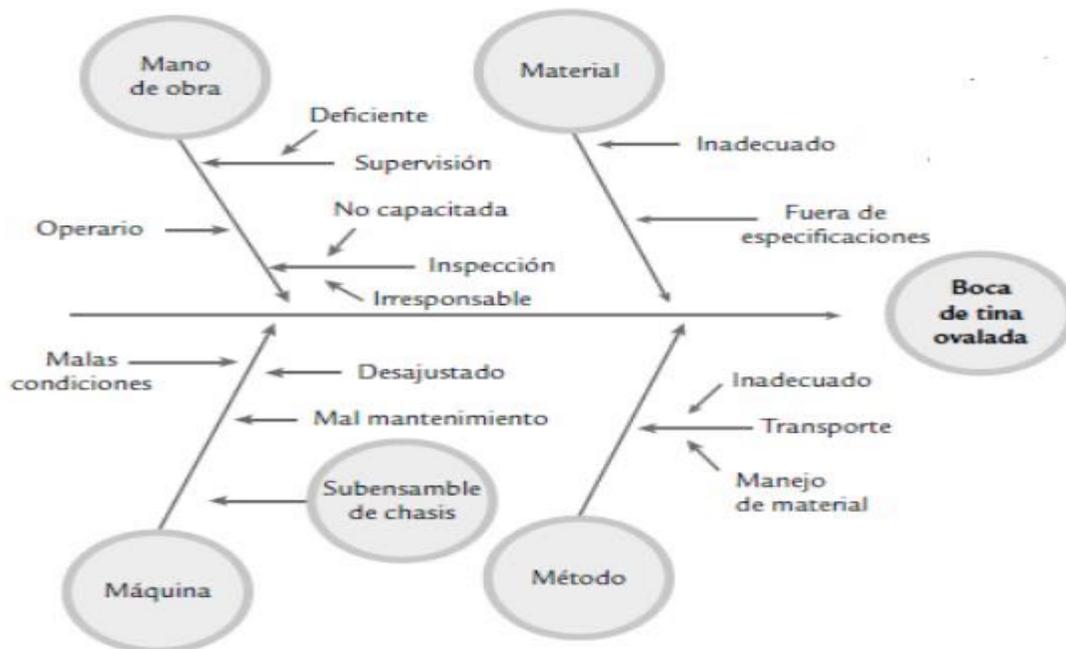


Figura 2.3. Diagrama de Ishikawa (Fuente: Rodríguez, 2017).

## 2.8 Estudios previos

En la ciudad de Santa María, se realizó un proyecto llamado: “Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos”, cabe mencionar que los materiales que se comercializan en este proyecto son para el uso de repostería; el objetivo de esta investigación era proveer a la empresa donde desarrolló el análisis de una propuesta de mejora a los sistemas de gestión de

inventarios que se tenían al momento de realizar el proyecto, se comenzó ese proyecto primero recolectando la información que tenía la organización para después pasar a una propuesta de clasificación de su inventario con el método conocido como ABC para la gestión de inventarios logrando generar una propuesta para la clasificación de los productos en función de su volumen de ventas; después del análisis ABC se continuó con un cálculo del modelo de Cantidad Económica de Pedido, EOQ por sus siglas en inglés, para determinar la cantidad óptima de producto que se debe pedir para cumplir con la demanda al menor precio; aunque se alcanzó a dar propuestas de mejora y se plantean ventajas económicas para la empresa en la parte de conclusiones se deja ver que la empresa no está tan comprometida con el progreso, o tienen otros proyectos en mira, pero los objetivos del proyecto se alcanzaron, se deja ver las ventajas de utilizar métodos analíticos al momento de administrar los inventarios (Rodríguez, 2015).

Otro caso de estudio, fue el que se llevó a cabo en la empresa de lácteos Holguín; este trabajo busca contribuir a mejorar una área de oportunidad que tiene la empresa con respecto a su materia prima, ya que en ocasiones se quedan sin el aprovisionamiento necesario para satisfacer los requerimientos de los clientes; en este proyecto se utilizaron herramientas de administración de inventarios, se implementaron las estrategias de administración de inventarios y se generaron cálculos matemáticos para determinar la demanda; los resultados obtenidos fueron los deseados, ya que según el trabajo, se logró identificar el inventario ABC y con esto se determinaron los artículos clasificación A que son 5 y es donde deberán centrarse. Esto da una gran oportunidad. Además, se logró demostrar que, al utilizar herramientas matemáticas, como son los cálculos de los parámetros como *stock* de seguridad, tamaño de lote óptimo, determinar el punto de reorden entre otros contribuye a disminuir los costos por falta de materias primas, o caducidad de estas. (Suarez, 2019).

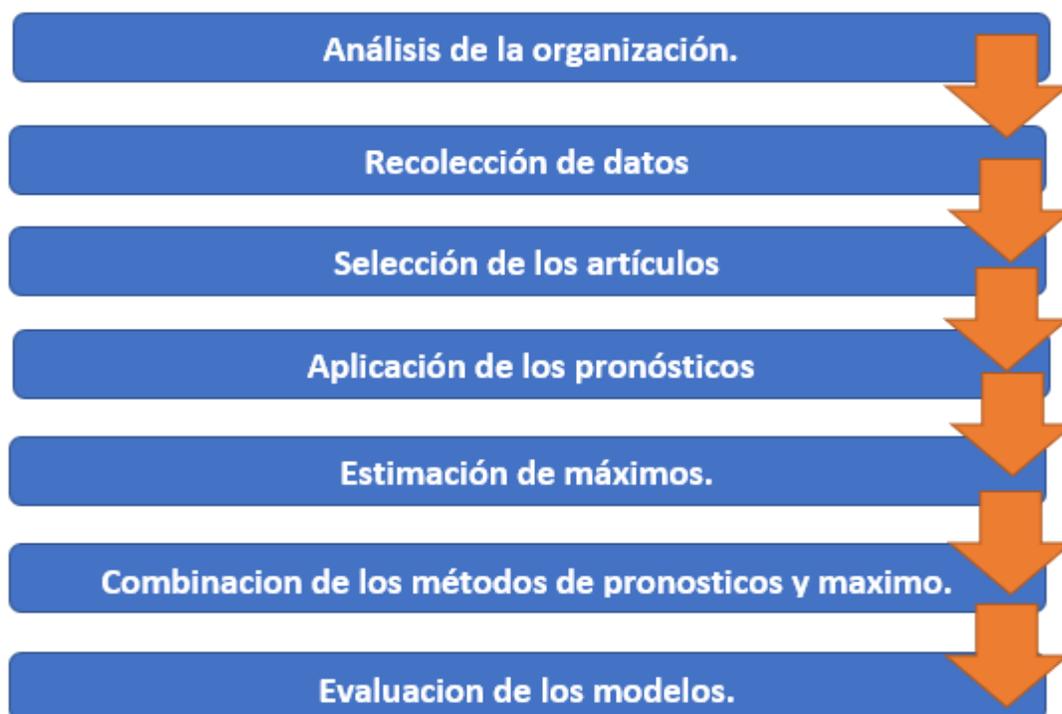
En la ciudad de Hermosillo Sonora, se realizó otro caso de estudio que utilizaba las herramientas estadísticas para el pronóstico de la demanda, este caso de estudio se tituló 'Desarrollo de un modelo de planeación de la demanda estacional de la cadena

de suministros en tiendas de conveniencia'. Este trabajo se realizó en la empresa de conveniencia Impulsadora de Mercados de México (IMMEX); el problema que esta organización tiene según el autor, es el de la selección de productos, cantidades y organización de la administración de cadena de suministros que implica el abastecimiento de los productos que se van a comercializar en las tiendas de conveniencia, particularmente en los dos momentos del año en los que se presenta un ciclo estacional, en las ventas de esta empresa, por lo cual el objetivo de este proyecto, fue el de desarrollar un modelo de planeación de la demanda, en los momentos particulares en los que se presenta el incremento de las ventas, este modelo está dado por 7 pasos que van desde la recolección de los datos, hasta la evaluación del modelo, al momento de analizar la información, se determinó que las ventas en el periodo analizado mostraban un comportamiento con tendencia estacional, por lo que se decidió usar el modelo de pronósticos conocido como Holt – Winter, un modelo que parece ser el más adecuado para los casos en los que los productos muestran una tendencia y estacionalidad; al final del proyecto se logró conseguir los objetivos de determinar el modelo de planeación de la demanda en esta empresa (Ibarra, M. 2020).

### 3. METODOLOGÍA

El modelo que se utilizará para la obtención de los resultados esperados está dado por 6 pasos que se describen en este capítulo, este modelo es adaptado del trabajo realizado por Niño (2018), en el que se aplican algunos modelos de suavización de series de tiempo, para el cálculo de pronósticos de los requerimientos de material de embalaje en una empresa distribuidora de productos farmacéuticos, con algunas diferencias, primero el modelo que aquí se plantea está pensado, para su uso en productos perecederos, en segundo lugar, incorpora algunos de los elementos del trabajo realizado por Velázquez (2019) que propone un método de gestión de inventarios basados en máximos y mínimos. Esto con la finalidad de lograr dar mejores herramientas para la toma de decisiones a la organización.

A continuación, se presenta el método y se describe brevemente cada uno de sus pasos (secciones) que se llevarán a cabo según el modelo seleccionado para la realización del proyecto. Véase figura 3.1.



**Figura 3.1.** Modelo para la planeación del aprovisionamiento (Fuente: Elaboración propia)

### **3.1 Análisis de la organización**

Este es el primer paso que se plantea para alcanzar los objetivos propuestos, el análisis de la organización, el resultado de este dará una idea de si los demás pasos sugeridos pueden ser útiles para la solución del problema. Aquí se realizará un análisis de todas las variables que desde la perspectiva de la encargada del punto de venta analizado, pueden estar afectando el proceso de realización de pedidos al almacén matriz para reabastecimiento de productos para comercialización que están generando los resultados de obtenidos en el nivel de abastecimiento, es decir, en este apartado con ayuda de la organización, se presenta en forma de diagrama de Ishikawa una lluvia de ideas de aquellos factores que influyen en la realización de los pedidos de resurtido. Una vez que se ponen en la mesa aquellas variables que salieron de la lluvia de ideas, se tratan de agruparlas (clasificarlas) en una de las 4 M's aunque existen modelos que utilizan 6 o más M's. Para este trabajo se utilizarán las que considera el diagrama de pescado (mano de obra, maquinaria, material y método) que se utilizan en el trabajo de Rodríguez F (2017), por considerarse son las que impactan directamente en la forma de hacer los pedidos. Para después seleccionar una de estas variables y tratar de controlarlas lo mejor posible y así reducir el efecto negativo que estos aportan.

### **3.2 Recolección de los datos**

Este es el segundo paso del modelo, consiste en recolectar, limpiar, depurar y preparar los datos que serán utilizado para la investigación, sobre las ventas históricas que tiene la empresa, para este paso la organización cuenta con un sistema (SisQYQ) de punto de venta que guarda la información sobre lo vendido durante un periodo determinado, lo que facilitará buscarla en un módulo propio de la empresa como se muestra en la figura 3.2, por lo que solo es necesaria consultarla. Este informe se almacena en una base de datos y es posible acceder a ella con un usuario y permisos que la empresa proporcionará.

**Figura 3.2** Módulo de “Reporte de ventas” (Fuente: Elaboración propia)

Este módulo está configurado para hacer consultas bajo criterios específicos, según lo que se busca conocer, para este proyecto en particular se hará una consulta de las ventas, y una clasificación que arroja la venta en un punto en particular de la empresa, y la clasifica por ruta (despacho Dalia y Monteverde), por cliente (esta información para este trabajo no es relevante), y por producto, es decir, arroja la venta en unidades vendidas (según la unidad de venta, existen productos que se venden por kilos y otros que se venden por piezas), por el código de producto y su nombre, para este trabajo por temas de confidencialidad, los resultados obtenidos se presentarán en el código del producto. Esta consulta arroja otra información como: nombre de la ruta (despacho), código de ruta (22), nombre del cliente, RFC del cliente, cantidad (lo vendido), impuesto, importe (cantidad mas IEPS), asesor comercial, coordinador de la ruta, toda es relevante para la empresa pero que para este trabajo no es necesaria ya que no está dentro de los objetivos del proyecto, trabajar a un nivel más específico, de cuánto compra cada cliente o quién atiende ese cliente o si fue a un cliente que no factura, sino que se requiere la información en piezas o kilos vendidas de todo el punto

de venta por lo que se omitirá. Una vez realizada la búsqueda de la información sobre las ventas en los periodos que se desean analizar, el módulo puede exportar esta información en hojas de Excel, que es el software (hoja de cálculo) que se utilizará para esta tesis por ser un software de uso libre y que es la herramienta con la que cuenta la organización.

Para el proyecto no será necesaria una capacitación para el uso del módulo, pero es necesario que la empresa revise la información obtenida para este trabajo. Por temas de confidencialidad. La única información que se requiere para este proyecto en cuanto a las ventas son las unidades vendidas en un periodo de tiempo específico.

Después de haber depurado la información arrojada por el sistema de ventas (dejar únicamente la que se requiere y eliminar la que no) esta será utilizada para los pasos siguiente: Selección de artículos a analizar, aplicación y cálculo de pronósticos, máximos y por último la evaluación.

### **3.3 Selección de los artículos a analizar**

El tercer paso del modelo se tiene que seleccionar los artículos que la empresa desea examinar, es importante tener en cuenta que no se pueden analizar todos los productos por tema de tiempo; por lo cual en conjunto con la empresa en reuniones que se tendrán, se seleccionarán los artículos que más les interesa tener controlados por ser los números uno en ventas los referentes de la compañía. Existen distintas formas en la que se puede hacer esta selección: i. Realizarse en base a los productos que más desperdicio están dejando; ii. Realizarse en base a los artículos que comúnmente falta existencia en el inventario (es decir, aquellos que más faltante se tienen). Existen en la literatura otras herramientas para determinar cuáles son los productos que se van a analizar, pudiendo ser estos los análisis A, B, C o también pudiera realizarse en base a la venta. Para este caso en particular la mercancía será seleccionada como una propuesta del desarrollador del proyecto en base a un análisis A, B, C. Además del método mencionado anteriormente se considerará para la selección de los artículos el interés que tiene la empresa en conocer el comportamiento



### **3.4 Aplicación y selección de los modelos de pronósticos para cada producto**

Después de haber recolectado los datos, sobre las ventas es importante seleccionar cada modelo de pronósticos adecuado para cada uno de los productos, ya que este representa la ventaja que se tendrá en base a los que la empresa tiene actualmente, ya que el punto de venta realiza sus pedidos en base al supuesto de que todos los productos se desplazan de forma cíclica, por esta razón, una vez analizado los datos se deberá hacer la elección de los modelos que apliquen para cada uno de los comportamientos de los productos a analizar.

Los modelos que se evaluarán son los mencionados en el apartado de marco de referencia, que son los métodos de suavización (promedios móviles para  $n = 2, 3, 4$  promedio móvil ponderado, modelo de Brown y Holt, dejando de lado Winter, por requerir un volumen mayor de información para determinar su factor estacional, lo que pudiera hacer más lento el proceso en las computadoras y no ser tan práctico, al momento de la operación de la empresa), estos modelos serán evaluados y elegidos según el resultado de error cuadrado menor; se quiere dejar claro, que no se desea elegir un modelo estático (es decir que no se busca elegir un modelo particular para cada producto), debido a que las ventas de un SKU pueden comportarse de una manera actualmente y en unos meses o años cambiar, como no se sabe cuándo se volverá a estudiar este “problema” dentro de la organización, se resalta que por eso no se están estudiando graficas u otros componentes, se están sometiendo algunos modelos de pronóstico de suavizado y eligiendo el que presente el menor error cuadrado medio (ECM), debido a que se busca que este método sea introducido a el sistema que tiene la organización, y este seleccione el modelo de pronóstico que presente menor variabilidad, en base al que presente el valor menor en el indicador mencionado, este error, es el promedio que resulta de la suma de elevar los errores al cuadrado, y dividirlos entre el número de errores, la elección del modelo de pronóstico que se utilizará se realizará en base al que presente un menor ECM por ser el error

cuadrático mínimo (propiedades de la media aritmética) es decir se considera que para este proyecto el trabajar con la variación mínima promedio con respecto a la media es más confiable para alcanzar los objetivos del proyecto. Debido a esta selección será posible categorizar los productos según el modelo que mejor se adapte al comportamiento de las ventas, para tratar de elegir el modelo de pronóstico más adecuado para cada producto; el resultado de este apartado será una tabla como la que se muestra en la tabla 3.2 método de pronóstico con menor error.

La aplicación (cálculos de los modelos) serán realizados en una hoja de cálculo en el Software Excel. Se realizarán considerando la información histórica semanal de los años 2019 y 2020, se harán 2 modelos de pronósticos, uno que considere 52 semanas de 2019 y el otro utilizará 41 semanas del 2020 esto con la finalidad de poder determinar si existe diferencia considerable en el número de semanas a elegir para determinar el mejor modelo mediante el error mínimo cuadrado. Se evaluarán estos métodos de pronósticos suavizados con las ventas a partir de la primera semana de enero hasta la tercera semana de marzo 2020 para el modelo de 52 semanas y 2021 para el de 41 semanas para poder intuir si son igual de eficientes con relación a los cambios ocasionados por la pandemia de Covid-19. Existen algunos métodos que requieren la determinación de ciertas ponderaciones o coeficientes; como son el caso de promedio ponderado y la suavización exponencial simple y doble; como se menciona en el apartado del marco de referencia. Se debe mencionar que para estos casos los datos serán evaluados mediante la herramienta de optimización del Excel (solver) para identificar la distancia mínima, para encontrar los índices de ponderación óptimos para minimizar el error cuadrado medio, así como los índices de nivel y de tendencia. Pero existen otras formas de determinarlos como son elegirlos de forma aleatoria (intuitiva).

Aunque es común encontrar en la literatura, que se eligen modelos “únicos” para cada producto, es decir, cuando se analiza las ventas se selecciona el método con menor error y se da asume que así se comportaran las ventas en el futuro, para este trabajo no se cree que esto pueda funcionar, ya que en la organización constantemente se

tienen cambios en el comportamiento de los productos, esto porque a diario se están incorporando productos, de las mismas sub familias y categorías, además que diarios se están buscando sustitutos de los mismos productos. Por lo que se busca que en el sistema de la organización se programen las fórmulas y que constantemente este seleccionando el modelo de pronóstico de suavizado que presente el menor error. Entonces de debe tener en cuenta que la información del periodo que comprende a los meses de enero 2019 a diciembre 2019 será con la que se comenzará primer modelo con 52 semanas, y la información de marzo 2020 a diciembre 2020 será con el que se comenzara el segundo modelo de 41 semanas, pero se ira recorriendo y actualizando según se vayan evaluando los modelos y agregándose nueva información de venta y para la evaluación del primer modelo se utilizara la información de (enero 2020 a marzo 2020 con la que evaluará el primer modelo y será con la información de enero 2021 a marzo 2021 con la que se evaluará el segundo modelo

**Tabla 3.2.** Método de pronóstico con menor error.

Modelo	Promedio Movil para 2	Promedio Movil para 3	Promedio Movil para 4	Promedio movil ponderado	suavizado exponencial	Exponencial doble
Valor pronosticado						
Error Cuadrado Medios						
<b>Sugerido</b>	<b>Vendido</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Modelo</b>			

(Fuente: Elaboración propia)

**Donde:**

**Valor pronosticado:** es el valor pronosticado por todos los métodos de pronósticos evaluados.

Error Cuadrado Medio: es el EMC de cada uno de los métodos de pronósticos evaluados.

**Sugerido:** es lo pronosticado por el modelo con menor error cuadrado.

**Vendido:** es lo que se vendió en el periodo evaluado.

**Diferencia:** es la diferencia entre lo pronosticado y lo vendido.

**Modelo:** es el modelo de pronóstico con menor error.

Los valores pronosticados por estos modelos, serán también multiplicados por: 2, 1.9, 1.8,1.7,1.6,1.5 para compararlo con el método que se tiene actualmente de solo utilizar el promedio ponderado por 3 semanas y multiplicarlo por 2.

### **3.5 Aplicación y estimación de Máximos**

Esta parte del proceso es donde se aplicarán las fórmulas de máximos para cada producto, es aquí donde se aplican los cálculos matemáticos para determinación de máximos, según la selección que se haya hecho de cada uno de los productos a analizar.

También es importante mencionar que en este punto se aplicarán las fórmulas de máximos considerando las ventas que se tuvieron en el punto de venta analizado durante los años 2019 y 2020, para este punto no es necesario o recomendable considerar otros años, debido a que las ventas de un producto pueden tener mucha variación entre meses, pero esta variación puede ser mayor a través de los años, además de considerar que el 2020 y 2021 ha sido un año atípico y que trajo un decremento sobre las ventas en la mayoría de las organizaciones. También se debe tener en cuenta que para este proyecto en particular no se tienen que calcular algunos otros elementos como punto de reorden o quiebre, debido a que los pedidos de abastecimiento se hacen periódicamente cada semana, es decir que el cálculo de máximos, servirán como guía para el abastecimiento, inventario de seguridad y máximo.

Mientras que en la literatura el máximo está dado por el día de mayor venta, y multiplicado por los días en que tarde en volverse a recibir al proveedor, para este trabajo, se utilizarán las ventas de las últimas 10 semanas (2.5 meses); esto debido a la gran variación que existe en las ventas de la compañía, y que de un momento a otro la demanda de un producto puede cambiar de forma drástica. Esto por la incorporación de sustitutos (es decir cambio de precios en productos de menor o mayor calidad, que también vende la empresa).

Para determinar los máximos en el estado del arte es común encontrar que se utiliza el valor de venta mayor, para este caso en particular para no considerar ventas extraordinarias (por promociones o por agotamiento de otros productos y oferta del estudiado como sustituto) se considerará el percentil 80 así como el percentil 90 de las ventas de las últimas 10 semanas, es decir, el valor con el que se cubre el 80 y 90 % del nivel de servicio. Debido a que actualmente el método que utiliza el punto de venta para realizar los pedidos al almacén matriz (promedio de 3 semanas atrás por 2) asegura un 98 % del nivel de servicio, a los percentiles mencionados se les sumará un factor del 40 % hasta el 60 % en el caso del primer percentil y del 30 % hasta el 60 % en el segundo por ser un percentil que debe dar un número mayor, para tratar de asegurar el mismo nivel de servicio que el método actual, esto también recordando que el máximo es ponerse en el mejor de los panoramas es decir que lo máximo que se espera vender, es lo máximo que se ha vendido en el pasado, un poco más para considerar el incremento que puede haber en las ventas con respecto a los años anteriores, de no agregar un poco más (factor) al máximo de inventario de un producto que sus ventas van en aumento, en lugar de estar asegurando un 80 o 90 % de nivel de servicio, seguramente se estaría garantizando un 75 u 85 por dar un número.

**Tabla 3.3.** Resultados método máximos.

<i>Cmx</i>	<i>Emx</i>	<i>Vendido</i>	<i>Diferencia vs metodo actual</i>

(Fuente: Elaboración propia)

**Donde:**

**CMX (consumo máximo):** Es el percentil 80 y 90.

**Emx (Existencia máxima):** dado por el consumo máximo por los factores sugeridos

**Vendido:** es lo vendido en la semana evaluada.

Estos también se evaluarán con respecto al método actual promedio de 3 semanas por 2.

### 3.6 Combinación de pronósticos y máximos

Por último, se propone un nuevo modelo, el cual es la combinación de los métodos de pronósticos y máximo. Se desea analizar cómo funcionaría la combinación de ambos modelos, utilizando el promedio que surja de los pronósticos, multiplicados por dos semanas y el máximo como un “ancla” que no permita que el pronóstico se vaya muy arriba ni muy abajo.

Debido a que se desea que el máximo actúe como un valor que limite el pronosticado x 2, se utilizarán valores pequeños para el máximo, como son: el percentil 80, 85, 90, 95 y 100 así como el percentil 80 por 1.2, 1.3, 1.4, y 1.5. Se propone este modelo debido a las ventajas que presentan ambos modelos puedan ser utilizados en uno.

La tabla 3.4 muestra cómo se analizará este modelo.

**Tabla 3.4.** Resultados método máximos.

<i>Max sugerido</i>	<i>Vendido</i>	<i>Promedio 3</i>

(Fuente: Elaboración propia)

**Donde:**

**Máximo sugerido:** es el resultado pronóstico realizado con el nuevo método.

**Vendido:** es lo vendido en la semana evaluada.

**Promedio 3:** es cuánto habría sugerido pedir el “método” actual promedio de 3 semanas x 2.

### 3.7 Evaluación de los modelos

Después será necesario evaluar los modelos que se utilizaron, contra el método que se “tiene” actualmente, para determinar cuál modelo tiene menor variación y se acerca más a las necesidades de la empresa (reducir el inventario sin afectar las ventas).

Esta evaluación será de dos maneras: la primera se evaluará lo pronosticado con cada uno de los métodos, contra lo vendido realmente. Se anotará en cuantas ocasiones

cada método no fue suficiente para asegurar la venta. La segunda compara cada método contra la forma actual de hacer los abastecimientos (promedio de 3 semanas por 2). Debido a que se busca analizar también el solo bajar el pedido, se analizarán el promedio de 3 semanas por 1.9, 1.8, 1.7, 1.6, y 1.5. Los resultados se mostrarán en una tabla como la tabla 3.5. Esta tabla utilizará una escala de colores para determinar los que están en rojo son los más altos, tanto mayor inventario solicitó con respecto al método actual y en más ocasiones fue insuficiente para atender la demanda.

**Tabla 3.5.** Resultados de los modelos.

Método	No. De insuficiencias	Kilos vs método actual
Pronóstico x 1.5		
pronóstico x 1.6		
pronóstico x 1.7		
pronóstico x 1.8		
pronóstico x 1.9		
Pronóstico x 2		
Percentil 80 x 1.4		
Percentil 80 x 1.5		
Percentil 80 x 1.6		
percentil 90 x 1.3		
Percentil 90 x 1.4		
percentil 90 x 1.5		
percentil 90 x 1.6		
maximo sugerido ( Percentil 80)		
maximo sugerido ( Percentil 85)		
maximo sugerido ( Percentil 90)		
maximo sugerido ( Percentil 95)		
maximo sugerido ( Percentil 100)		
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.2)		
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.3)		
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.4)		
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.5)		
Prom x 1.5		
Prom x 1.6		
Prom x 1.7		
Prom x 1.8		
Prom x 1.9		
Promedio 2		

(Fuente: Elaboración propia)

**Donde:**

**Método:** Es cada uno de los métodos que se evaluarán.

**No. De insuficiencias:** Son las ocasiones en cada modelo no fue suficiente para asegurar la venta.

**Kilos vs método actual:** Son los kilos de todos los productos que se solicitarán de más o de menos en contra posición de seguir realizando los pedidos de la misma manera.

***Pronóstico x 1.5:*** Es el pronóstico con el menor MSE para cada producto multiplicado por 1.5

***Pronóstico x 1.6:*** Es el pronóstico con el menor MSE para cada producto multiplicado por 1.6

***Pronóstico x 1.7:*** Es el pronóstico con el menor MSE para cada producto multiplicado por 1.7

***Pronóstico x 1.8:*** Es el pronóstico con el menor MSE para cada producto multiplicado por 1.8

***Pronóstico x 1.9:*** Es el pronóstico con el menor MSE para cada producto multiplicado por 1.9

***Pronóstico x 2:*** Es el pronóstico con el menor MSE para cada producto multiplicado por 2

***Percentil 80 x 1.4:*** Es el máximo calculado por el percentil 80 multiplicado por 1.4

***Percentil 80 x 1.5:*** Es el máximo calculado por el percentil 80 multiplicado por 1.5

***Percentil 80 x 1.6:*** Es el máximo calculado por el percentil 80 multiplicado por 1.6

***percentil 90 x 1.3:*** Es el máximo calculado por el percentil 90 multiplicado por 1.3

***Percentil 90 x 1.4:*** Es el máximo calculado por el percentil 90 multiplicado por 1.4

***percentil 90 x 1.5:*** Es el máximo calculado por el percentil 90 multiplicado por 1.5

***percentil 90 x 1.6:*** Es el máximo calculado por el percentil 90 multiplicado por 1.6

**Max sugerido (Percentil 80):** Es la combinación del promedio entre el doble de lo pronosticado y máximo calculado por el percentil 80.

**Max sugerido (Percentil 85):** Es la combinación del promedio entre el doble de lo pronosticado y máximo calculado por el percentil 85.

**Max sugerido (Percentil 90):** Es la combinación del promedio entre el doble de lo pronosticado y máximo calculado por el percentil 90.

**Max sugerido (Percentil 95):** Es la combinación del promedio entre el doble de lo pronosticado y máximo calculado por el percentil 95.

**Max sugerido (Percentil 100):** Es la combinación del promedio entre el doble de lo pronosticado y máximo calculado por el percentil 100.

**Max sugerido (Percentil 80 x 1.2):** Es la combinación del promedio entre el doble de lo pronosticado y máximo calculado por el percentil 80 por 1.2.

**Max sugerido (Percentil 80 x 1.3):** Es la combinación del promedio entre el doble de lo pronosticado y máximo calculado por el percentil 80 por 1.3.

**Max sugerido (Percentil 80 x 1.4):** Es la combinación del promedio entre el doble de lo pronosticado y máximo calculado por el percentil 80 por 1.4.

**Max sugerido (Percentil 80 x 1.5):** Es la combinación del promedio entre el doble de lo pronosticado y máximo calculado por el percentil 80 por 1.5.

**Promedio x 1.5:** Se refiere a utilizar el promedio de 3 semanas multiplicado por 1.5.

**Promedio x 1.6:** Se refiere a utilizar el promedio de 3 semanas multiplicado por 1.6

**Promedio x 1.7:** Se refiere a utilizar el promedio de 3 semanas multiplicado por 1.7

**Promedio x 1.8:** Se refiere a utilizar el promedio de 3 semanas multiplicado por 1.8

**Promedio x 1.9:** Se refiere a utilizar el promedio de 3 semanas multiplicado por 1.9

**promedio x 2:** Se refiere a utilizar el promedio de 3 semanas multiplicado por 2.

## 4. IMPLEMENTACIÓN

En este capítulo, se describe la aplicación en la empresa del modelo propuesto para la solución del problema.

### 4.1 Análisis de la organización

Este es el primer paso del modelo, es importante tener una visión y conocer cómo se están llevando a cabo los procesos dentro de la organización, para este trabajo se analiza abastecimiento de los puntos de venta que tiene la empresa; delimitado por el punto de venta que se presentó en el capítulo de la introducción; pero esperando este modelo sea capaz de replicarse en otros puntos de la organización.

Para alcanzar el objetivo de este paso, que es conocer la realidad de los procesos de abastecimiento que tiene la organización; se entrevistó a la encargada del punto de venta para tener una visión de lo que ella considera pudiera estar afectando en los resultados, estas causas se muestran en la figura 4.1 diagrama de Ishikawa del proceso. Y después se analizan cada una de las causas enlistadas. También es importante mencionar que el desarrollador del proyecto trabajo en la empresa y tiene conocimiento de los procesos y aportó en la realización de este diagrama.

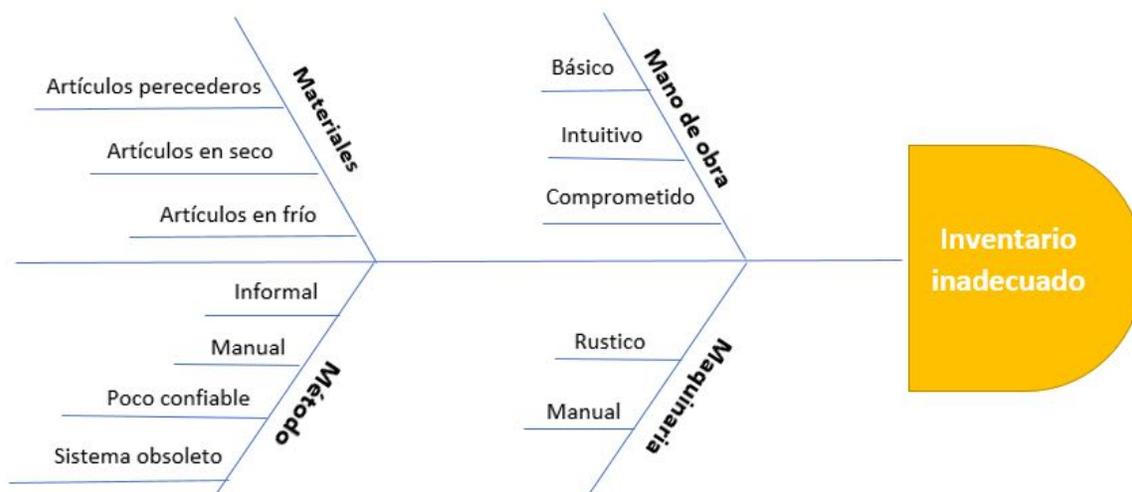


Figura 4.1 Evaluación del proceso de reabastecimiento

El síntoma que se va a estudiar, es el de un inventario inadecuado, considerándose como inadecuado cualquiera de las dos o la combinación de ambas: primero el inventario es insuficiente para atender los requerimientos de los clientes, o demasiado que pueda terminar en desperdicio por caducidad.

En la tabla 4.1 se muestra las quejas que el departamento de recepción recibió durante el periodo de enero a marzo 2020 siendo la primera que no se tuvo inventario para surtir en el momento algún cliente y debió esperar o regresar después.

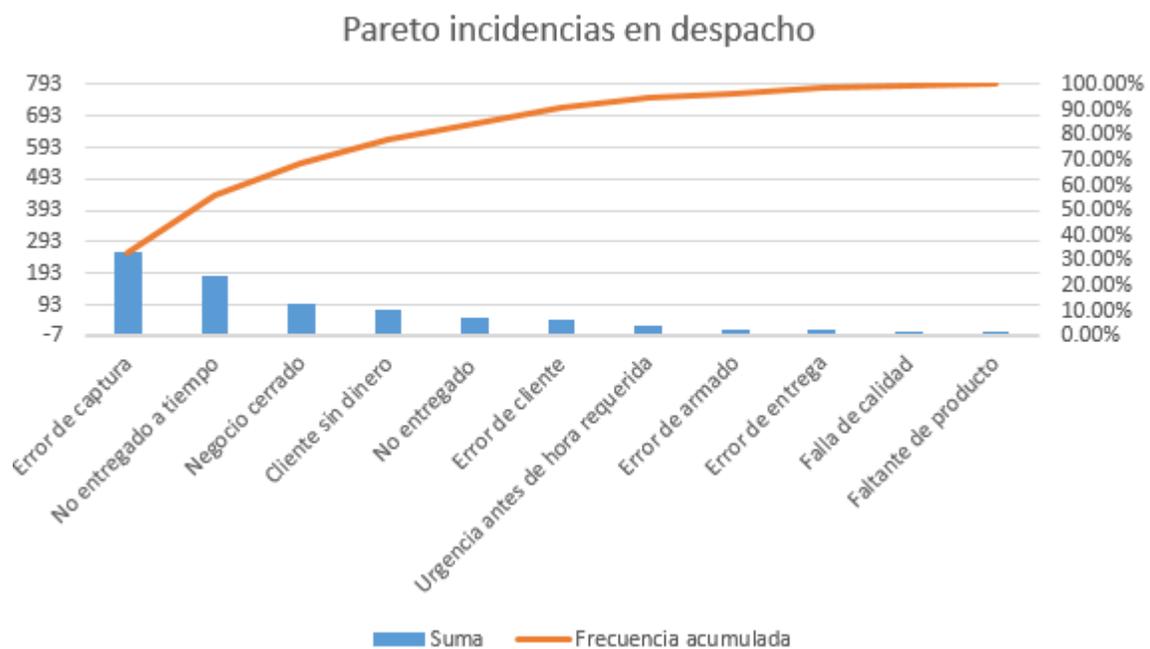
**Tabla 4.1.** Reporte de tipo de incidencia Enero-marzo 2020

No.	Tipo de incidencia	Enero	Febrero	Marzo	Suma
1	Error de captura	88	77	95	260
2	No entregado a tiempo	71	56	57	184
3	Negocio cerrado	20	29	50	99
4	Cliente sin dinero	33	20	27	80
5	No entregado	17	8	25	50
6	Error de cliente	18	18	11	47
7	Urgencia antes de hora requerida	12	7	10	29
8	Error de armado	8	5	4	17
9	Error de entrega	3	10	2	15
10	Falla de calidad	4	2	3	9
11	Faltante de producto	1	2	0	3
<b>Total</b>		<b>275</b>	<b>234</b>	<b>284</b>	<b>793</b>

(Fuente: Elaboración propia).

Se alcanza a observar que han sido en promedio 61 ocasiones en las que el cliente o la encargada del punto de venta reportan que no tenían producto disponible para atender a un cliente, recordando que este se refiere a nivel punto de venta, se puede tener inventario en otros almacenes, lo que entra en clasificación no entregado a tiempo.

De la tabla 4.1 se genera la figura 4.2 el análisis de Pareto, donde se muestra que el rubro de no entregar a tiempo, es la segunda causa de descontento de los clientes de este despacho, mayormente esta incidencia se debe a que no se contaba con inventario para armar el pedido, por lo que se tiene que ir a buscar al almacén matriz, o a otros puntos de venta.



**Figura 4.2.** Pareto incidencias Despacho Enero-marzo 2020 (Fuente: Elaboración propia)

Mientras que por otro lado en la Figura 4.3 se presenta un traspaso del almacén del punto de venta al almacén de producto mal estado, que es el almacén donde se recibe el producto que se destruirá por no cumplir con los requerimientos de calidad.



**SALIDA POR TRASPASO**

DEL ALMACEN FOODSERVICE AL ALMACEN PRODUCTO MAL ESTADO HILLO.

FECHA SURTIDO MIÉRCOLES, 10 DE JUNIO DE 2020

P

S

F

SE

Código	Producto	Unidad	Pedido	Pieza	Kilos	Promedio
<b>SALCHICHAS</b>						
00101060		PK	36.00	0.35	0.74	
00113320		PK	37.00	37	97	
00113380		PK	3.00	3	9	
00114100		PK	32.50	32.5	93.36	
<b>TOCINOS</b>						
00124020		PK	1.00	1	1	
<b>JAMON-PAQ</b>						
00102060		P	6.00	6		
00111560		P	8.00	8		
<b>QUESO CHIVDAMIA</b>						
00207200		PK	1.00	1	10.4	
00207300		PK	0.80	0.7	1.6	
00209210		PK	1.00	1	2.54	
<b>QUESO MOZARELLA</b>						
00256200		P	2.00	2		
<b>QUESO GOURA</b>						
00223420		PK	0.30	0.26	0.73	
<b>QUESO COTTAGE</b>						
00256050		P	1.00	1		
<b>YOGHURT DE CUBETA</b>						
00223240		P	5.00	5		
00232050		PK	1.00	1	4	
<b>MANTECA</b>						
00335030		P	1.00	1		
<b>MATERIAL DE ALMACEN</b>						
00000990		P	11.00	11		
<b>PROCESADOS</b>						
00101611		K	0.54		0.54	
00101921		K	3.00		3	
00111391		K	0.66		0.66	
00113411		K	0.24		0.24	
00111091		K	0.32		0.32	
00111341		K	0.18		0.18	
00124114		K	2.60		2.6	

Despachó

ROBERTO GUZMAN MARQUEZ

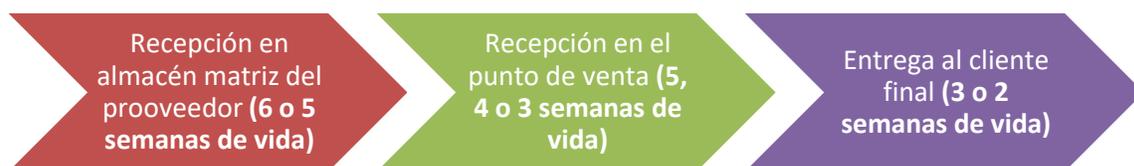
Recibió

Responsable

Figura 4.3. Envío de producto al almacén mal estado semana 23 2020 (Fuente: Elaboración propia).

**Materiales:** algo que tienen mucha injerencia en la toma de decisiones en cuanto a la cantidad de inventario a mantener, es la naturaleza de los productos que se comercializan, por ser del tipo perecedero y contar con un tiempo limitado de vida, y aunque en general estos se pueden dividir en dos, aquellos que requieren almacenamiento en frío y aquellos que no, y los que no requieren refrigeración, usualmente tienen un tiempo de vida mayor a un año, el problema se presenta para los artículos que sí requieren, ya que llegan con un tiempo de vida mucho menor, pues varían entre el mes y medio y tres semanas antes de llegar a su fecha de expiración.

El 99 % de los productos, que la empresa comercializa, son de naturaleza perecedera, estos se dividen en dos, aquellos que no requieren refrigeración, los cuales su tiempo de vida es mayor pudiendo llegar hasta 4 años de vida, y los que requieren refrigeración, con tiempo de vida menor, llegando está a ser al momento de recibirla de proveedor, hasta de un mes y medio, y debiéndolo desplazar dos semanas promedio antes de que su tiempo de vida (caducidad) llegue a su fin, esto por los requerimientos del cliente, de recibirla con buena fecha, estos requerimientos son muy variables, van desde el cliente que lo recibe aun teniendo 7 días para llegar a su fecha de caducidad, porque son restaurantes y los van a utilizar en el momento o máximo al día después, son clientes que además piden casi todos los días, clientes como la mayoría de los clientes que compran para su hogar que buscan el producto que mínimo tengan dos semanas de vida, porque saben que no lo utilizarán pronto, y clientes que son comedores industriales y que requieren hasta tres semanas de vida para atender las políticas de calidad de sus clientes.



**Figura 4.4.** Ciclo de vida del producto en frío (Fuente: Elaboración propia).

En la figura 4.4 se muestra de forma general como se desplazan los productos en frío, esto en realidad tiene muchas variaciones, de entrada, el producto puede llegar con

menos tiempo de vida, también si por alguna razón en el almacén matriz no se desplazo el lote anterior completo, este se desplaza una semana más en llegar al siguiente eslabón, si en el punto de venta, se tiene inventario de la recepción anterior, son demasiadas variables que puedan afectar

Aunque se busca que el modelo propuesto sirva para todos los casos (producto en seco con mucho tiempo de vida y producto en frío con 2 semanas para su desplazamiento desde que se recibió), se toma como restricción el de desplazar el producto en máximo dos semanas, esto porque el producto en frío representa hasta un 70% del valor de inventario de este punto de venta.

**Mano de obra:** en esta causa, se hace mención de que, la persona responsable del proceso, no tiene un método establecido para la realización de los pedidos al almacén matriz.

Cuando tomó el puesto de responsable del punto de venta, fue capacitada por la anterior encargada, que esta a su vez fue capacitada por la anterior responsable, la cual sigue trabajando en la organización y al preguntarle por su método, comentó que ella lo hacía con base a su experiencia, que no consideraba los sugeridos que el sistema de punto de venta le arroja, que tomaba criterios de solicitar venta de 2 semanas, para no quedarse sin producto.

Entonces es el método que actualmente sigue la persona responsable, el tema aquí es que no se tienen establecidos estos criterios, y depende del humor y “experiencia” de la persona que está realizando los pedidos.

**Maquinaria:** esta otra causa que la responsable del departamento mencionó; actualmente los pedidos se realizan de forma intuitiva no teniendo alguna herramienta para hacerlos y utilizando en algunas ocasiones solo una calculadora para calcular los promedios de ventas y multiplicarlo por dos, debiendo hacer esto producto por producto.

**Método:** como se explicó en la primera causa, no se tiene un método para la realización del pedido de reabastecimiento establecido, se mencionó en la parte de arriba para aclarar que el personal no está capacitado en alguna forma de hacer los pedidos y que depende de sus sentimientos, y en este punto específicamente se plantea que no se tiene un procedimiento estandarizado para toda la organización, y que la manera en la que se hace particularmente en este punto de venta, puede no ser el mejor, debido a que el almacén se está quedando en ocasiones sin inventario para atender las demandas de los clientes y en otras tiene pérdidas por caducidad. Además, por ser manual, puede ocasionar errores al momento de calcular y capturar los pedidos, por lo que es un método poco confiable y que nunca se ha analizado.

Sin embargo, se tiene un sistema en el que se realizan los pedidos, y este sistema arroja un sugerido, pero no se conoce como realmente funciona, para que se pueda realizar el pedido el sistema solicita una tendencia, la cual en el punto de venta estudiado se le da un 2, se cree que está solicitando para cuantas semanas se quiere el sugerido, pero al momento de revisar el sistema se tuvieron algunas observaciones que se ilustra a continuación.

Como se alcanza a apreciar en la figura 4.5 para el producto 101600 las ventas de las semanas anteriores al momento de realizar el análisis fueron 70, 90 y 108 pzs respectivamente, lo que da una media de venta semanal de 90 uds. y según el sistema se tiene un inventario de 155 unidades para el primer caso la tendencia de .5 (es decir media semana), se esperaría que el sistema sugiriera no pedir más productos o para este sistema que sugiere números negativos, propusiera pedir una cantidad negativa como 45 pzs. (que sería la venta promedio para media semana) -155 pzs. (que es el inventario actual) = -110 pzs. Pero en lugar de sugerir -110 pzs. sugiere pedir -32 pzs. es decir, el sistema recomienda el dejar un inventario de 123 pzs. para media semana cuando el promedio es 90 pzs.

**Pedidos CEDIS**

Fecha pedido: 24/02/2021 Zona Ruta: Foodservice Ruta:  Restaurant Almacén:  FOODSERVICE

Tendencia: 0.5 Fecha Requerido: 24/02/2021 Pedido solicitado al almacén: ALMACEN MATRIZ

Buscar Producto:   Solo Procesado

Código	Producto	Unidad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Promedio	Existencia	Sugerido	P/C	Pedido	Duración Exist.	Duración Pe
00000990		P	0	0	0	0	3986	0		0	0	0
00101010		PK	0	0	0	0	1.22	0	1/4	0	0	0
00101011		K	10.1	10	12	10.7	-2.1	6.4		-0.2	0	0
00101050		PK	0	0	0	0	16	0	1/12	0	0	0
00101051		K	21.61	18.6	19.17	19.79	3.62	8.08		0.18	0	0
00101060		PK	0	0	0	0	2	0	1/11	0	0	0
00101590		P	0	4	12	5.33	0	2.66	1/22	0	0	0
00101600		P	70	90	108	89.33	155	-32.84	1/22	1.74	0	0
00101610		PK	5	7.4	6.2	6.2	93.18	-43.49	1/9	15.03	0	0

Figura 4.5. Pedido sugerido tendencia .5 (Fuente: Elaboración propia)

En el segundo caso en la figura 4.6 es donde el sistema hace el sugerido con mayor precisión, pero se debe mencionar aquí que hace una recomendación de una semana promedio sin analizar que las ventas que se observan van en aumento.

**Pedidos CEDIS**

Fecha pedido: 24/02/2021 Zona Ruta: Foodservice Ruta:  Restaurant Almacén:  FOODSERVICE

Tendencia: 1 Fecha Requerido: 24/02/2021 Pedido solicitado al almacén: ALMACEN MATRIZ

Buscar Producto:   Solo Procesado

Código	Producto	Unidad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Promedio	Existencia	Sugerido	P/C	Pedido	Duración Exist.	Duración
00000990		P	0	0	0	0	3986	0		0	0	0
00101010		PK	0	0	0	0	1.22	0	1/4	0	0	0
00101011		K	10.1	10	12	10.7	-2.1	12.8		-0.2	0	0
00101050		PK	0	0	0	0	16	0	1/12	0	0	0
00101051		K	21.61	18.6	19.17	19.79	3.62	16.17		0.18	0	0
00101060		PK	0	0	0	0	2	0	1/11	0	0	0
00101590		P	0	4	12	5.33	0	5.33	1/22	0	0	0
00101600		S. P	70	90	108	89.33	155	-65.67	1/22	1.74	0	0
00101610		PK	5	7.4	6.2	6.2	93.18	-86.98	1/9	15.03	0	0

Figura 4.6. Pedido sugerido tendencia 1(Fuente: Elaboración propia)

Y en el tercer punto en la figura 4.7 para una tendencia de 2 semanas que es el que actualmente se maneja, sugiriere -131 pzs dejando un inventario de 24 unidades, cuando se supone debiera proponer el doble del volumen de venta promedio aproximadamente 180 pzs. y ya que se tienen 155 solicitar 25 pzs.

**Pedidos CEDIS**

Fecha pedido: 24/02/2021 15 Zona Ruta: Foodservice Ruta:  Restaurant Almacén:  FOODSERVICE

Tendencia: 2 Fecha Requerido: 24/02/2021 15 Pedido solicitado al almacén: ALMACEN MATRIZ

Pedido: Buscar Producto:   Solo Procesado

Código	Producto	Unidad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Promedio	Existencia	Sugerido	P/C	Pedido	Duración Exist.	Duración Pei
0000990		P	0	0	0	0	3986	0			0	0
00101010		PK	0	0	0	0	1.22	0	1/4		0	0
00101011		K	10.1	10	12	10.7	-2.1	25.6			-0.2	0
00101050		PK	0	0	0	0	16	0	1/12		0	0
00101051		K	21.61	18.6	19.17	19.79	3.62	32.34			0.18	0
00101060		PK	0	0	0	0	2	0	1/11		0	0
00101590		P	0	4	12	5.33	0	10.66	1/22		0	0
00101600		P	70	90	108	89.33	155	-131.34	1/22		1.74	0
00101610	JAMON KIR LONCH 23 KGS.	PK	5	7.4	6.2	6.2	93.18	-173.96	1/9		15.03	0

**Figura 4.7.** Pedido sugerido tendencia 2 (Fuente: Elaboración propia)

Por lo que hace que, aunque se tiene un equipo y un sistema, actualmente no se utiliza, se realiza el estimado de la venta, o de forma intuitiva o en el mejor de los casos utilizando una calculadora, para promediar y multiplicar por dos las ventas semanales y así llenar el apartado que dice pedido.

Al analizar estas causas se cree que el modelo de máximos y mínimos en combinación con los métodos de pronóstico, planteado puede funcionar en minimizar los problemas de la organización en cuanto al abastecimiento de sus puntos de venta.

## 4.2 Recolección de los datos

Para este trabajo, los datos con los que se trabajará son los datos de las ventas históricas de la organización, estos datos vienen recolectados desde el sistema SisQyQ con el que cuenta la empresa, este es un sistema especial que la empresa diseñó, donde se almacenan los datos de ventas en un reporte especial en el módulo destinado para el departamento de ventas.

Esto facilita mucho la obtención de los recursos necesarios para comenzar a analizar la empresa, es importante señalar algunos puntos en este apartado con respecto a los temas de seguridad, los datos que se obtuvieron de la empresa fueron únicamente en las unidades que la empresa gestiona la compra, para algunos productos las unidades están dadas en piezas, para otros productos las unidades estarán dadas por kilos, existen temas con algunos otros productos en los que la unidad de costo es kilo y la

unidad de compra es pieza, para lo que compete a este proyecto se analizará en piezas, ya que es la forma en la que se hacen los pedidos al almacén decir, es decir por dar un ejemplo. Se pide una panela, que puede variar en kilos; se hace la aclaración, ya que al momento de obtener la información de ventas se tuvo que hacer una depuración, con la finalidad de que no se consideraran los kilos en estos productos, ya que la compra se hace en piezas.

Es importante señalar aquí que la empresa permitió, que el desarrollador del proyecto fuera quien utilizara los sistemas y recolectara la información, esto únicamente por el tema del Covid-19, pues se encontraban con el personal reducido por todos los empleados que son y se mandaron a trabajar desde casa.

Entonces la información que se recolectó fue la información de la venta histórica de los años enero del 2019 a marzo 2021. El reto que se tuvo en esta parte del proyecto es que el volumen de información era grande, además de no tener el mismo formato, debido a que en algunos meses la información era almacenada con ciertos caracteres y en otros meses la empresa requirió información extra por lo que los datos no estaban homogeneizados, lo cual dificultaba realizar agrupamientos, por lo que se debió dar el mismo formato a todos los meses, además de eliminar la información que no se requiere para este trabajo, como “asesor comercial”, “código ruta” y otros datos no requeridos, además de eliminar los registros que la empresa no quiere que se divulgue como “costo”, “descuento” y otras categorías, esta depuración es necesaria e importante para analizar la información sobre todo cuando no hay un procedimiento estandarizado para capturar y guarda la información. En la figura 4.6 se muestra la interfaz del módulo del sistema de la empresa del cual se obtuvo la información.

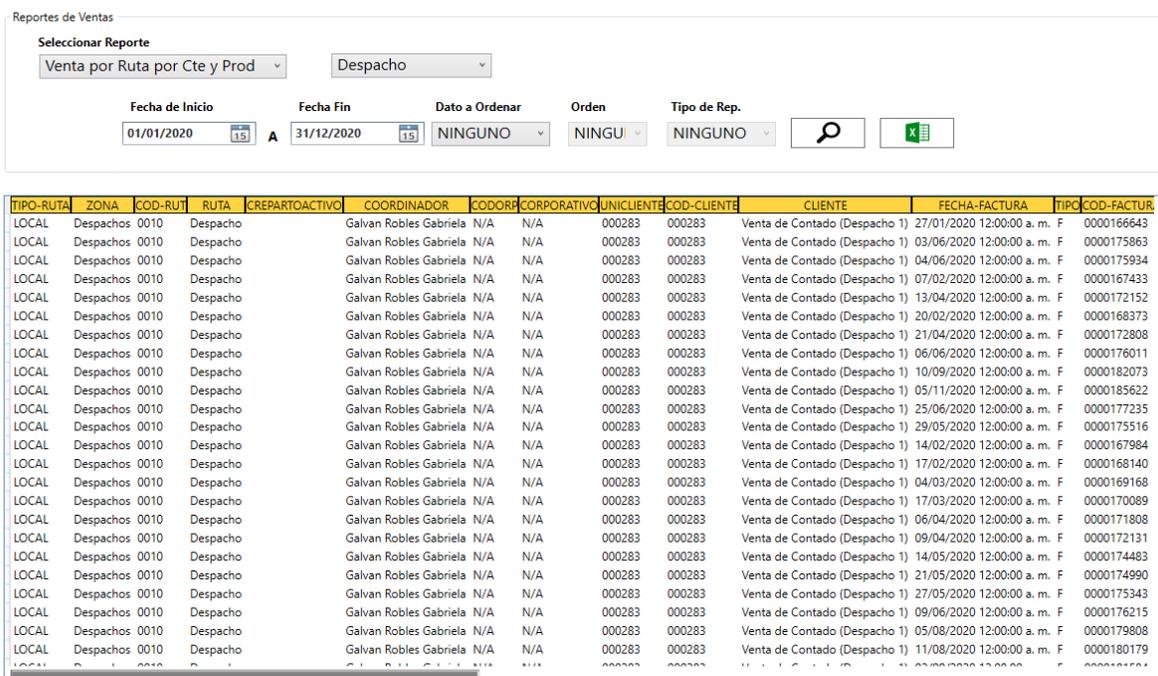


Figura 4.8. Sistema Quesos y Quesos (módulo de ventas) (Fuente: Elaboración propia).

Después de tener acceso a la información en el sistema “SisQyQ”, se exportó esta información en tablas Excel y se depuró como se explicó anteriormente en el capítulo de metodología; enseguida, se agrupó la información y se generó una tabla dinámica, para tener la información clasificada por ventas semanales de los años 2019 y 2020; como se muestra en la tabla en los anexos 2 y 3 respectivamente, y en la tabla 4.2 se muestra una parte para ilustrar lo que se obtuvo, se muestran las ventas semanales clasificadas por clave del producto, ordenadas por número del mayor al menor, según lo agrupa la hoja de Excel, pero en estas tablas se encuentra la información de los 56 Sku’s que se analizarán en este proyecto.

**Tabla 4.2.** Ventas por producto en semanas del año 2020.

Row Labels	1	2	3	4	5	6	7	8	9
101821	355.23	559.15	562.06	514.57	511.94	546.59	490.72	568.4	469.66
102060	98	91	88	78	91	82	66	132	91
111560	454	542	491	450	437	535	499	548	428
113311	47.17	113.5	133.23	110.442	145.73	104.09	139.21	112.22	115.84
113380	102	169	149	113	115	127.02	127	304	234
117111	95.5	163	191	184.5	169.9	161	184.1	168.5	185.5
124115	180.5	281	276.2	309.9	310.9	255.1	300.2	269.8	240.7
125050	706.8	1055.25	850.82	867.64	948.47	873.65	675.17	923.4	824.2
207201	685.44	973.08	976.4	942.14	1032.66	847.14	1021	954.14	996.98
207210	136	254.7	223	208.5	240	192	251	264	200
207211	632.54	810.5	738	666	693	682	672.78	797.36	654.75
207212	50	113.9	139.7	141.6	191.4	162.7	145.2	126.9	110.4
207214	313	450	526	433.5	519	357	476.5	504.5	512
207271	52.6	62.3	68.6	45	64.6	55	64	68.5	69.1
209201	160.15	258.2	291.25	218.95	289.6	224.6	266.5	289.15	282
209210	32	34	46.216	48	46.5	47	72	43	34
209211	92	86	238.5	268.3	230	223	275	228	230.04
222800	235	462	512	384	433	418	410	762	411
222860	76	141	141	173	124	138	142	155	152
223190	18.214	41.62	38.434	46.54	35.032	40.45	42.034	34.52	38.634
232071	157.9	297.1	327.8	347.3	261.3	324	301.9	295.4	178.1
232160	338	408	411	405	480	438	455	469	412
232161	294.9	354.65	422.25	398.25	493.3	391.85	380.7	458.35	486.55
233100	188	136	132	132	158	150	155	135	172
233101	160.9	327.5	396.4	421.9	360.3	323.2	358.6	384.9	392.6

*(Fuente: Elaboración propia)*

### 4.3 Selección de los artículos

En la parte de la metodología, se mencionó sobre la importancia de seleccionar los artículos que se van a analizar, debido al tiempo con el que se cuenta para el término de este proyecto, por lo cual, en reuniones con la organización, y consejos del director de la tesis, se determinó comenzar por la categorización de los artículos que se venden, para tratar de analizar al menos un producto de los de cada familia. La categorización ya la tiene la empresa, esta proporcionó la información para hacer más sencillo el análisis y poder determinar que productos se van a analizar la categorización (Véase figura 4.9) y describe las familias y subfamilias en las cuales se dividen el total de los productos mostrando que se cuenta con 8 familias y un total de 72 subfamilias.

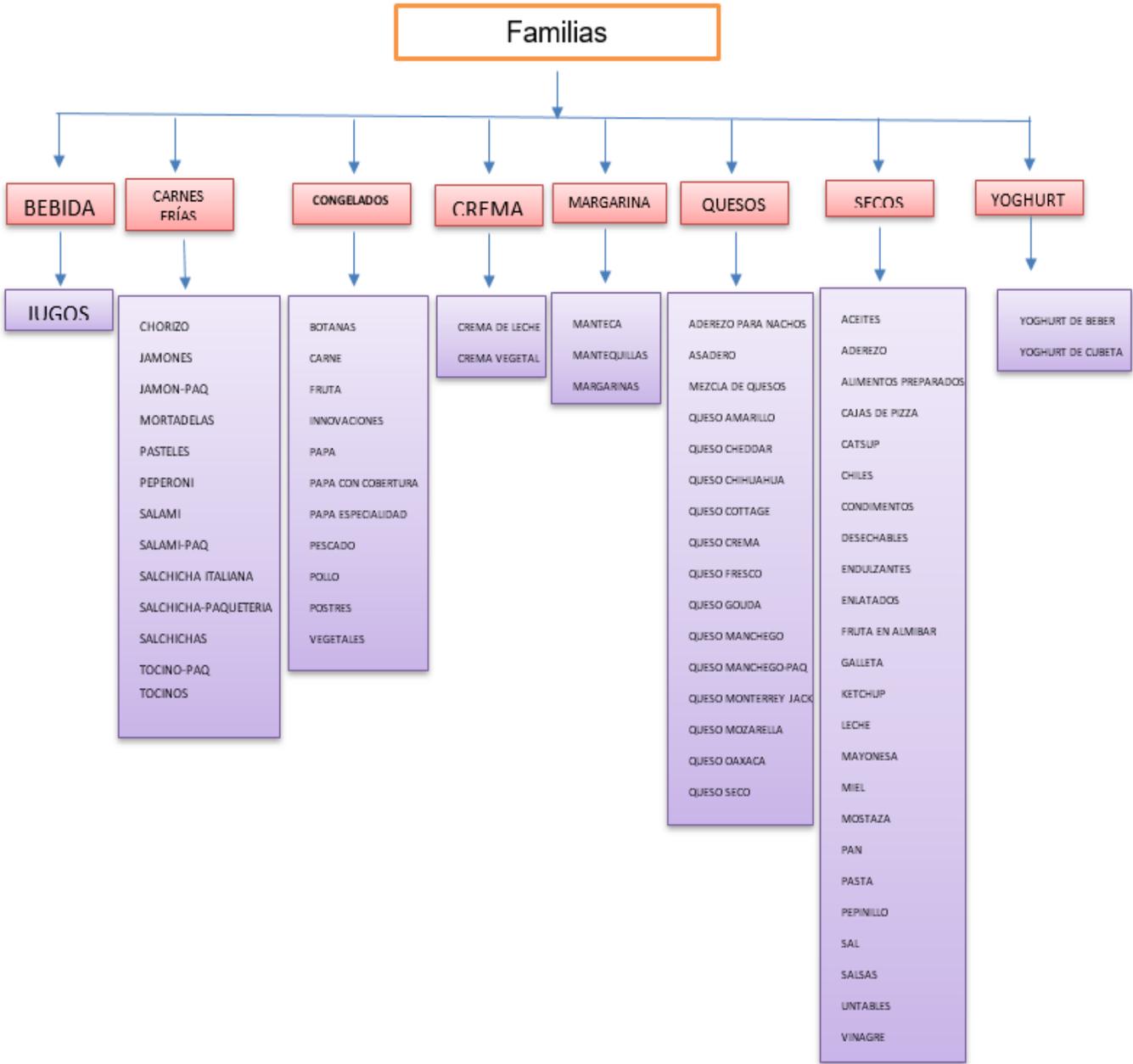


Figura 4.9. Categorización de los productos (Fuente: Elaboración propia).

Después de la categorización por familias (figura 4.7) de los productos se realizará el análisis ABC teniendo como criterio para la clasificación al costo de inversión por las cantidades vendidas en el año 2020 para inventarios, como se mencionó en el capítulo 3.

Tabla 4. 3 análisis ABC por familias.

Número	Codigo	Familia	Vendido		Unidad de Costo	Participacion	Consumo	% de participacion	% de participacion acumulado	%de participacion x familia
			Piezas	Kilos						
1	125050	CARNES FRÍAS	34468	34468	K	122.1	0.18%	4208932.2	5.83%	5.83%
2	101821	CARNES FRÍAS	19594	19594	K	69.84	0.18%	1368470	1.90%	7.73%
3	124115	CARNES FRÍAS	10597	10597	K	97.54	0.18%	1033627.3	1.43%	9.16%
4	111560	CARNES FRÍAS	15245	15245	P	44.93	0.18%	684957.85	0.95%	10.11%
5	113380	CARNES FRÍAS	7312	21948	PK	23.44	0.18%	514459.9	0.71%	10.82%
6	117111	CARNES FRÍAS	5011	5011	K	86	0.18%	430932.58	0.60%	11.42%
7	113311	CARNES FRÍAS	4975	4975	K	63	0.18%	313446.36	0.43%	11.85%
8	102060	CARNES FRÍAS	6547	6547	P	44	0.18%	288068	0.40%	12.25%
9	401040	CONGELADOS	25038	56836	P	70.94	0.18%	1776195.7	2.46%	2.46%
10	401450	CONGELADOS	12207	27710	P	70.68	0.18%	862790.76	1.20%	3.66%
11	401360	CONGELADOS	9982	22659	P	73.75	0.18%	736172.5	1.02%	4.68%
12	401050	CONGELADOS	5398	12253	P	57.4	0.18%	309845.2	0.43%	5.10%
13	401350	CONGELADOS	3827	10425	P	75.99	0.18%	290813.73	0.40%	5.51%
14	407010	CONGELADOS	4299	4299	K	65	0.18%	279436.43	0.39%	5.89%
15	222800	CREMAS	18616	18616	K	17.6	0.18%	327641.74	0.45%	0.45%
16	327070	MARGARINAS	2380	12300	PK	74.36	0.18%	914628	1.27%	1.27%
17	327130	MARGARINAS	4226	4262	P	83.24	0.18%	351772.24	0.49%	1.75%
18	331080	MARGARINAS	2362	2362	P	131.9	0.18%	311642.28	0.43%	2.19%
19	340130	MARGARINAS	3071	6940	P	91.22	0.18%	280136.62	0.39%	2.57%
20	318160	MARGARINAS	5039	5039	P	52.25	0.18%	263287.75	0.36%	2.94%
21	303400	MARGARINAS	1089	5445	C	235	0.18%	255915	0.35%	3.29%
22	232160	QUESOS	22391	1E+05	PK	59.8	0.18%	6841718	9.48%	9.48%
23	207201	QUESOS	33577	33577	K	97.5	0.18%	3273805.5	4.53%	14.01%
24	236020	QUESOS	3997	31976	P	800	0.18%	3197560	4.43%	18.44%
25	207211	QUESOS	26310	26310	K	98	0.18%	2578392.9	3.57%	22.01%
26	207210	QUESOS	8902	20537	PK	102	0.18%	2094723.8	2.90%	24.91%
27	233100	QUESOS	7160	35880	PK	48.3	0.18%	1733004	2.40%	27.32%
28	207214	QUESOS	14346	14346	K	98	0.18%	1405955	1.95%	29.26%
29	238092	QUESOS	9602	9602	K	100	0.18%	960200.8	1.33%	30.59%
30	233112	QUESOS	10829	10829	K	84.5	0.18%	915040.53	1.27%	31.86%
31	222860	QUESOS	3965	12430	PK	73.54	0.18%	914134.56	1.27%	33.13%
32	259012	QUESOS	9676	9676	K	84.5	0.18%	817605.78	1.13%	34.26%
33	232161	QUESOS	14643	14643	K	54	0.18%	790712.17	1.10%	35.35%
34	209211	QUESOS	8742	8742	K	69.5	0.18%	607596.45	0.84%	36.20%
35	233110	QUESOS	2577	6551	PK	87.5	0.18%	573239.63	0.79%	36.99%
36	236520	QUESOS	851	6808	P	670	0.18%	570170	0.79%	37.78%
37	233101	QUESOS	12361	12361	K	43	0.18%	531501.84	0.74%	38.52%
38	232071	QUESOS	8116	8116	K	58	0.18%	470700.39	0.65%	39.17%
39	207271	QUESOS	3947	3947	K	97.5	0.18%	384808.13	0.53%	39.70%
40	236070	QUESOS	1712	3253	P	219	0.18%	374928	0.52%	40.22%
41	209201	QUESOS	5489	5489	K	67	0.18%	367765.95	0.51%	40.73%
42	207212	QUESOS	3744	3744	K	98	0.18%	366937.28	0.51%	41.24%
43	259011	QUESOS	4313	4313	K	84.5	0.18%	364433.04	0.50%	41.74%
44	237020	QUESOS	5858	3370	PK	102.5	0.18%	345422.64	0.48%	42.22%
45	209210	QUESOS	1649	4168	PK	72.5	0.18%	302163.76	0.42%	42.64%
46	223190	QUESOS	1337	3080	PK	97.8	0.18%	301268.99	0.42%	43.06%
47	233240	QUESOS	2957	5914	PK	50.3	0.18%	297474.2	0.41%	43.47%
48	241010	QUESOS	1469	5010	PK	57.1	0.18%	286078.99	0.40%	43.87%
49	233111	QUESOS	3353	3353	K	84.5	0.18%	283319.21	0.39%	44.26%
50	241020	QUESOS	1301	4219	PK	59.95	0.18%	252922.34	0.35%	44.61%
51	223180	QUESOS	885	2747	PK	90.09	0.18%	247448.22	0.34%	44.95%
52	360010	SECCOS	76254	57191	P	83.37	0.18%	6357296	8.81%	8.81%
53	370010	SECCOS	17773	53319	P	92.5	0.18%	1644002.5	2.28%	11.08%
54	340040	SECCOS	6746	25579	P	111	0.18%	748603.62	1.04%	12.12%
55	340070	SECCOS	3102	11757	P	143.2	0.18%	444206.4	0.62%	12.74%
56	340530	SECCOS	893	14181	P	494.3	0.18%	441409.9	0.61%	13.35%

(Fuente: Elaboración propia).

En la tabla 4.3 se muestra el resultado del análisis ABC, se mencionó anteriormente que se buscaría seleccionar un producto de cada familia, pero al realizar el análisis por el método mencionado se alcanza a observar que en los primeros 56 productos que representan el 80.19 % de la inversión anual del inventario 2020 solo están 6 de las 8

familias (véase anexo 1 para la clasificación por % de participación acumulada), por cuestiones de tiempo se considerarán estos 56 productos que representan el 80.19 %, y que también representan los productos que más riesgo corren por tener fechas de caducidad muy cortas.

Entonces, la decisión de la selección de los artículos está basado en 3 principios; el primero, la categorización, y con ayuda del análisis ABC, se logró seleccionar al menos un producto de 6 de las 8 familias, es decir el 75 % de las categorías. El segundo criterio el análisis ABC que con los 56 productos seleccionados se alcanza el 80.19 %; en la tabla se muestra qué porcentaje de la participación de las ventas anuales aportó cada una de las familias. Este análisis ABC consideró los productos que este punto de venta desplazó durante el año 2020. Y por último, el criterio de la empresa, en base a reuniones que se tuvieron con la Gerente de Proyectos y con la coordinadora de logística del producto, la primer figura aportará su conocimiento en la aplicación de nuevos proyectos en la organización, además de tener conocimiento general de los resultados de la empresa, y la segunda por su función en el abastecimiento de la organización, se seleccionaron los productos mostrados en la tabla 4.1, ya que son productos que se desplazan mucho, representan una inversión importante para la organización y son productos que tienen un tiempo de vida corto.

Como se mencionó también en el apartado 3.1 por temas de confiabilidad, los productos que se van a analizar tendrán códigos o sku's, por lo que se representarán los artículos con dichas claves.

#### **4.4 Aplicación y selección del modelo de pronóstico**

En este paso de la metodología se someterán a los modelos de pronósticos de suavización que se mencionaron en el capítulo del marco teórico, los cuales son: promedios móviles para  $N= 2,3,4$  considerando que actualmente los pedidos sugeridos por el sistema que tiene la organización sugieren en automático un reabastecimiento en base al promedio de las últimas 3 semanas de ventas. El modelo de Brown o suavización simple, de Holt o suavización doble dejando de lado el método de Holt-

winter, por no poder ser utilizado por una computadora de la compañía ya que requiere un volumen de información mayor, y haría muy lento un proceso que se quiere sea en menos de 5 minutos.

En la figura 4.10 se da un ejemplo de cómo se utilizó la herramienta solver, para encontrar los valores óptimos en los valores de ponderación que minimicen el error en el modelo de pronóstico de promedio ponderado.

Semana	113311	Pronostico	Error	error cuadrado
1	208.14			
2	199.29			
3	104.34			
4	167.44	166.56	-0.88	0.77
5	188.24	145.00	-43.24	1870.02
6	159.8	159.81	0.01	0.00
7	65.33	172.31	106.98	11445.62
8	66.38	131.72	65.34	4268.69
9	84.88	84.88	0.00	0.00
10	60.21	71.91	11.70	136.87
11	80.56	71.71	-8.85	78.39
12	78.13	71.82	-6.31	39.76
13	72.54	74.70	2.16	4.67
14	74.24	75.98	1.74	3.03
15	75.25	73.62	-1.63	2.67
16	72.25	73.53	1.28	1.65
17	77.05	73.30	-3.75	14.08
18	71.95	73.85	2.00	4.01
19	84.91	73.53	-11.38	129.54
20	89.88	76.76	-13.12	172.04
21	89.58	83.09	-6.49	42.16
22	85	87.89	2.89	8.35
23	66.48	87.22	20.74	430.28
24	79.54	78.78	-0.76	0.58
25	85.84	74.24	-18.40	338.40
26	86.58	67.89	-18.69	349.28
27	81.7	70.87	-10.83	117.25
28	79.6	77.64	-1.96	3.83
29	75.25	81.23	5.98	35.78
30	84.5	77.79	-6.71	44.98
31	82.26	78.64	-3.62	13.10
32	90	81.00	-18.00	361.17
33	71.245	88.07	16.82	282.99
34	93.05	85.44	-7.61	57.97
35	71.02	84.11	13.09	171.44
36	89.22	80.02	-9.20	84.71
37	87.78	81.24	-6.54	42.78
38	84.65	84.07	-0.58	0.34
39	81.14	86.18	5.04	25.39
40	75	83.30	8.30	68.91
41	58.32	79.00	20.68	427.57
Valor pronosticado		69.84	3.21	554.71

1	0.209685
2	0.436532
3	0.344484

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para:  Máx  Mín  Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

\$I\$4:\$I\$6 <= 1

\$I\$4:\$I\$6 >= 0

\$I\$7 = 1

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:

Método de resolución

Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

Figura 4.10. Uso de solver en el promedio ponderado (Fuente: Elaboración propia).

A continuación, en la figura 4.11 se da un ejemplo de cómo se utilizó la herramienta solver, para encontrar el valor de “Alfa” óptimo que minimice el error en el modelo de pronóstico de suavización de exponencial simple.

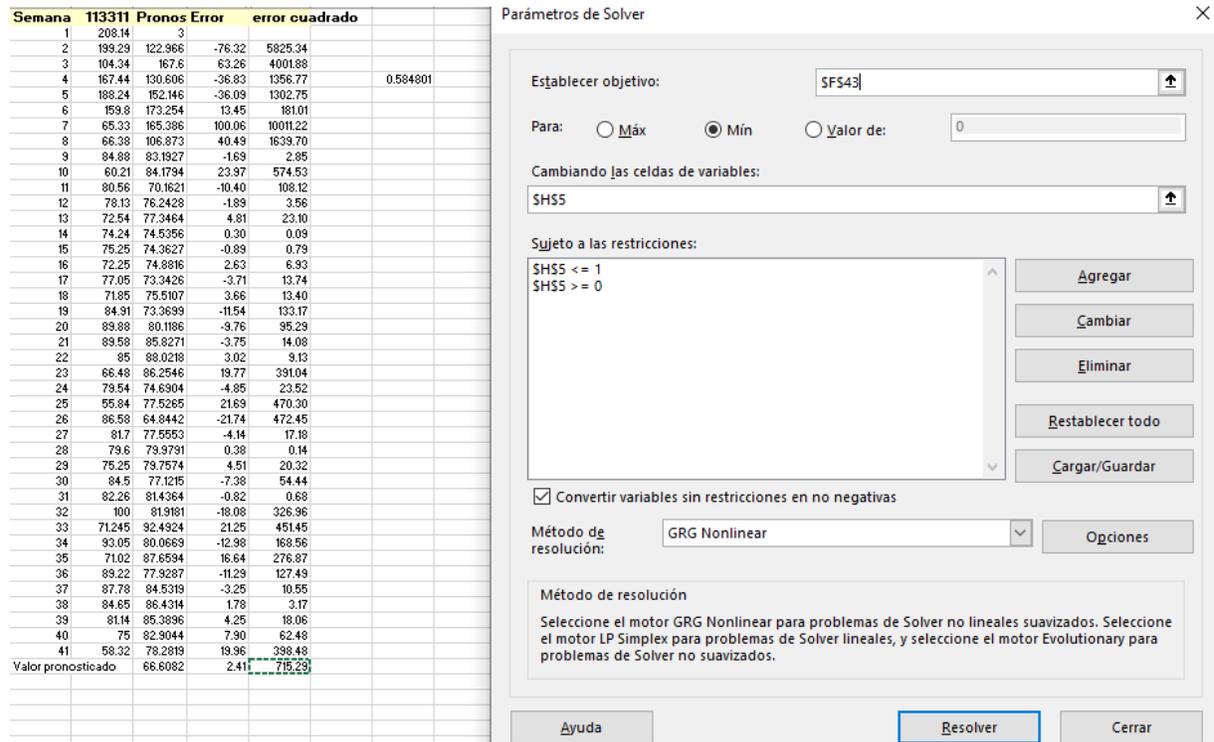


Figura 4.11. Uso de solver en el pronóstico de suavizado simple (Fuente: Elaboración propia).

En la siguiente figura (4.12) se da un ejemplo de cómo se utilizó la herramienta solver, para encontrar los valores de “Alfa” y “Beta” óptimos que minimicen el error en el modelo de pronóstico de suavización de exponencial doble.

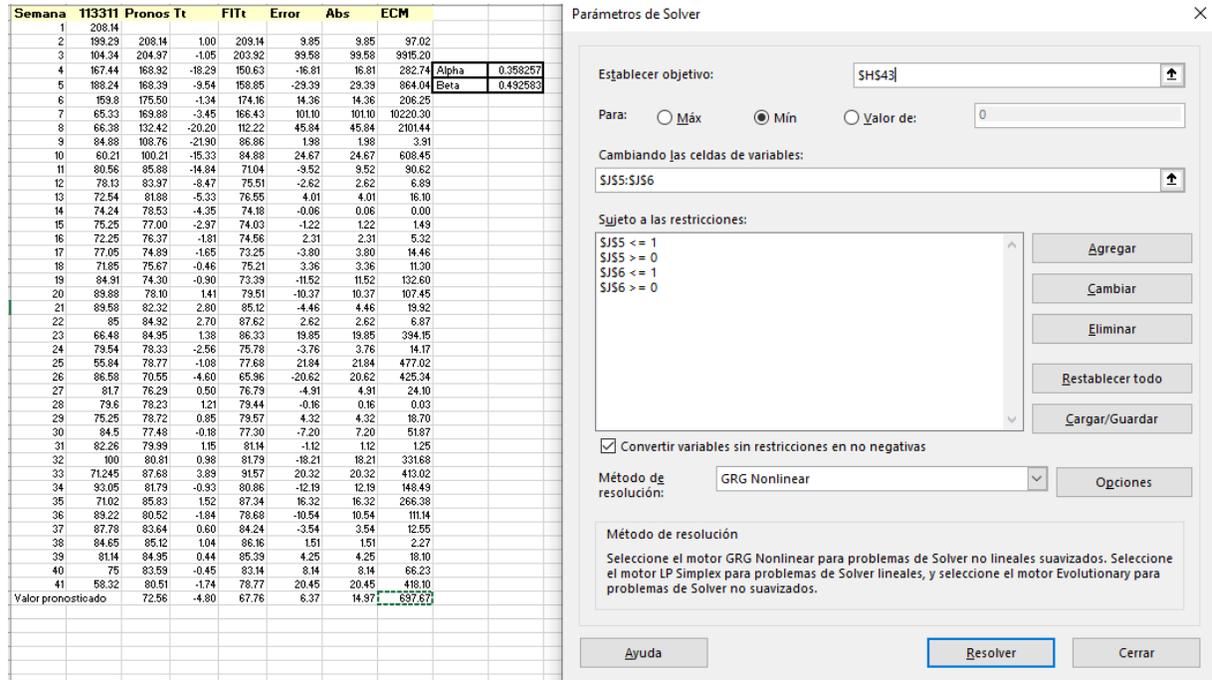


Figura 4.12. Uso de solver en el pronóstico de suavizado doble (Fuente: Elaboración propia).

Para ejemplificar los resultados obtenidos en la implementación de cálculos de pronóstico, se muestra la tabla 4. 4 el producto 1133311 en la semana 5 del año 2020.

Tabla 4.4 Ejemplo de resultados 113311 sem. 5 2020.

Modelo	Promedio Movil para 2	Promedio Movil para 3	Promedio Movil para 4	Promedio movil ponderado	suavizado exponencial	Exponencial doble
Valor pronosticado	121.84	119.06	101.09	124.01	112.91	111.99
Error Cuadrado Medios	644.75	547.96	490.38	629.13	592.21	543.48

Sugerido	Vendido	Diferencia	Modelo
101.09	145.73	44.64	Promedio Movil para 4

(Fuente: Elaboración propia)

Como se alcanza a apreciar el modelo que presentaba menor error es el del promedio móvil con n= 4 pero aun así fue insuficiente. Se pronosticó que se venderían 101.09 unidades y se vendieron 145.73.

Se muestra en la tabla 4.5 el producto anterior evaluado en el año 2021 con un modelo que utiliza 41 semanas.

**Tabla 4.5** Ejemplo de resultados 113311 sem. 5 2021.

Modelo	Promedio Movil para 2	Promedio Movil para 3	Promedio Movil para 4	Promedio movil ponderado	suavizado exponencial	Exponencial doble
Valor pronosticado	71.21	73.99	72.11	70.87	77.56	76.29
Error Cuadrado Medios	1538.36	1613.93	1662.16	1575.83	1471.08	1454.11
<b>Sugerido</b>	<b>Vendido</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Modelo</b>			
76.29	81.70	5.41	Exponencial doble			

(Fuente: Elaboración propia).

Se puede apreciar que con un modelo de pronóstico distinto al año anterior y con menos semanas, el pronóstico se volvió a quedar abajo.

Como se comentó anteriormente, a la empresa le interesa un modelo que garantice en mayor cantidad las ventas, es por eso que no ha cambiado su forma actual de hacerlo, con el modelo que tienen (promedio de 3 semanas x 2) se garantizan el 98 % de las ventas (no existe un modelo que garantice todo). Por querer asegurar las ventas lo mayor posible sin arriesgar mucho la calidad y frescura de los productos se evaluará como se comportarían estos modelos al multiplicarlos por otros valores, por tema de espacio los resultados se resumirán en el apartado de evaluación.

## 4.5 Aplicación y estimación de Máximos y Mínimos

Este es segundo criterio que se le quiere brindar a la organización para el cálculo de sus pedidos, actualmente en los almacenes o puntos de venta que tiene la organización, no se tiene una referencia de las cantidades de inventario máximo que se debe tener, esta es una herramienta básica y muy útil en las organizaciones que se dedican al almacenamiento de productos, especialmente para aquellos que su ramo es la venta de menudeo como se mencionó en el apartado que habla de este punto en el capítulo del marco teórico. Por esta razón se cree que al agregar esta información al método de abastecimiento se da a los responsables de los puntos de venta de esta

organización, especialmente al que se está analizando en este momento una nueva directriz para realizar de forma más consciente su pedido al almacén general. Es importante hacer mención que, como en todos los procesos de gestión de almacenes, en este modelo también se tiene cierto grado de error, ya que la demanda tiene por sí sola un grado de incertidumbre.

En la tabla 4.6 se muestra cómo se comportaría utilizar el máximo utilizando el percentil 80, en el producto 222800 en la semana 3 del año 2020.

**Tabla 4.6.** *Máximo percentil 80 producto 222800.*

<i>Emx</i>	<i>Vendido</i>	<i>Promedio 3</i>
529.00	762	840.67

(Fuente: Elaboración propia)

En la tabla 4.7 se muestra cómo se comportaría utilizar el máximo utilizando el percentil 90, en el producto 222800 en la semana 3 del año 2020.

**Tabla 4.7.** *Máximo percentil 90 producto 222800*

<i>Emx</i>	<i>Vendido</i>	<i>Promedio 3</i>
618.40	762	840.67

(Fuente: Elaboración propia)

Como se alcanza a observar, en cualquiera de los dos casos, utilizar el percentil no es suficiente, debido a que estos modelos funcionan para garantizar un nivel de servicio del 80 % o 90 %, incluso utilizando el percentil 100 no considerarían cuando un producto va incrementando sus ventas. Debido a que la empresa quiere un nivel de servicio mayor se multiplicaran estos percentiles, por los factores que se explicaron en el capítulo 3, por temas de ahorrar de espacio y hacer más claros los resultados, se resumirán en el apartado 7 de este capítulo.

## 4.6 Combinación de los modelos de pronósticos y máximo

En esta sexta sección se presenta como se mencionó en el apartado 3.6 el resultado al combinar las dos metodologías (modelos de pronósticos y máximos y mínimos) para estimación del abastecimiento y su comparación contra cómo se ha venido haciendo,

que cabe recalcar no es la política establecida, pero es lo único que se tiene que no sea empírico.

En la tabla 4.8 y 4.9 se muestra los resultados al combinar los dos métodos (pronósticos y máximo) recordando cómo se mencionó en el capítulo 3, que este es el promedio entre el pronóstico multiplicado por dos (dos semanas tiempo de vida aproximado de los productos) y el percentil 80 x 1.2.

**Tabla 4.8.** modelos combinados producto 331080 sem 9 2020.

Sugerido	Vendido	Promedio 3
194.97	151	124.00

(Fuente: Elaboración propia).

**Tabla 4.9.** modelos combinados producto 209210 sem 10 2021.

Max sugerido	Vendido	Promedio 3
46.29	43.00	39.53

(Fuente: Elaboración propia).

Se puede observar que en este caso el combinar modelos de pronósticos móviles con modelos de centralización, aporta mayor certidumbre al momento de realizar los pedidos de abastecimiento que el método que se está utilizando actualmente, este ejemplo fue uno de los que se evaluó, no es suficiente para decir que este es el mejor método, por lo que en el apartado siguiente (evaluación) se resumirá cómo se comportan los demás métodos.

## 4.7 Evaluación de los resultados

Después de haber aplicado cada uno de los métodos de abastecimiento que se explicaron en el capítulo 3, en este capítulo se presenta, el resumen de los resultados obtenidos a lo largo de las primeras 10 semanas del año 2020 y 2021 evaluadas con cada método. Se explicó en el capítulo 3, que se está buscando un modelo que reduzca la variación, como se mencionó el método que están utilizando. Actualmente está ocasionando que se ponga en riesgo la frescura y vida del producto, pero una opción también pudiera ser el pedir por 1.9 o 1.8 por esta razón se meterán dentro de

la evaluación, que tan conveniente sería cambiar la forma de hacer el pedido a un valor menor, se evaluará el promedio de tres semanas por 1.5, 1.6, 1.7, 1.8 y 1.9. también se meterá a la evaluación el método actual, que tantas veces se es insuficiente, para ver si este método garantiza mayormente el tener suficiente inventario para asegurar las ventas.

La primera evaluación se hará a los métodos de pronósticos de suavizado, que tanto estos métodos fueron insuficientes para asegurar la demanda, esta evaluación se hace para determinar si hay una diferencia entre usar 52 semanas contra 41 semanas.

**Tabla 4.10.** Porcentaje de insuficiencia.

Semanas	% de insuficiencia
41	44%
52	43%

(Fuente: Elaboración propia).

En la tabla 4.9 se muestra la evaluación, durante el total de las semanas que se evaluaron los métodos de pronósticos de suavización, es decir que si se utilizan solo los modelos de pronósticos solo se alcanza a asegurar la venta en un 50 % de las ocasiones.

Tabla 4.11. Evaluación de los métodos en el año 2020.

Método	No. De insuficiencias	Kilos vs método actual
Pronostico x 1.5	21	-100516.90
pronostico x 1.6	17	-79277.60
pronostico x 1.7	13	-58038.30
pronostico x 1.8	11	-36799.01
pronostico x 1.9	8	-15559.71
Pronostico x 2	7	5648.27
Percentil 80 x 1.4	11	-65252.65
Percentil 80 x 1.5	8	-39776.83
Percentil 80 x 1.6	6	-14441.93
percentil 90 x 1.3	9	-58859.66
Percentil 90 x 1.4	6	-31148.38
percentil 90 x 1.5	5	-3437.09
percentil 90 x 1.6	5	24274.19
maximo sugerido ( Percentil 80)	13	-80401.52
maximo sugerido ( Percentil 85)	12	-74918.04
maximo sugerido ( Percentil 90)	12	-68366.52
maximo sugerido ( Percentil 95)	11	-58585.05
maximo sugerido ( Percentil 100)	9	-48803.58
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.2)	10	-54962.68
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.3)	8	-44216.04
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.4)	7	-29802.19
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.5)	7	-17043.38
Prom x 1.5	26	-103472.24
Prom x 1.6	20	-82777.79
Prom x 1.7	16	-62083.34
Prom x 1.8	12	-41388.9
Prom x 1.9	9	-20694.45
Promedio 2	7	

(Fuente: Elaboración propia).

Lo primero que se puede apreciar es que incluso el utilizar el método actual en ocasiones no se alcanza a garantizar la venta, después, que es lógico esperar que los métodos que más reducen el inventario a solicitar, son los que en mayor ocasión son insuficientes, por eso es necesario mostrar las ventajas y que la empresa decida qué es lo que más le conviene.

**Tabla 4.12.** Evaluación de los métodos en el año 2021.

Método	No. De insuficiencias	Kilos vs método actual
Pronostico x 1.5	23	-89680.74
pronostico x 1.6	15	-71877.21
pronostico x 1.7	11	-54073.68
pronostico x 1.8	10	-36170.16
pronostico x 1.9	9	-18466.63
Pronostico x 2	9	3520.16
Percentil 80 x 1.4	12	-599749.48
Percentil 80 x 1.5	12	-35945.15
Percentil 80 x 1.6	11	-50443.38
percentil 90 x 1.3	10	-26882.59
Percentil 90 x 1.4	9	-26882.59
percentil 90 x 1.5	9	-3321.8
percentil 90 x 1.6	7	20238.99
maximo sugerido ( Percentil 80)	13	-67340.35
maximo sugerido ( Percentil 85)	12	-65442.82
maximo sugerido ( Percentil 90)	11	-58393.73
maximo sugerido ( Percentil 95)	9	-45793.32
maximo sugerido ( Percentil 100)	8	-33192.90
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.2)	10	-54962.68
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.3)	9	-44216.04
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.4)	7	-27651.8
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.5)	7	-22722.77
Prom x 1.5	29	-88723.14
Prom x 1.6	21	-70978.51
Prom x 1.7	17	-53233.88
Prom x 1.8	15	-35489.26
Prom x 1.9	14	-17744.63
Promedio 2	13	

(Fuente: Elaboración propia).

Se muestra también el comportamiento en el año 2021, para buscar un modelo que sea “estable”, es decir que en los dos años sea insuficiente más o menos en las mismas ocasiones y ahorre el mismo inventario, lo que pudiera dar a la organización una mayor confianza, se observa también que tanto en el año 2020 y 2021 el utilizar pronósticos de suavización, son más confiables, ya que al compararlo contra su homologos, son en menor número de ocasiones insuficientes, por dar un ejemplo, el

pronóstico con menor ECM multiplicado por 1.5 en este año son insuficientes en 23 ocasiones, mientras que solo utilizar el promedio de tres por 1.5 es insuficiente en 29 ocasiones.

**Tabla 4.13.** Evaluación de los métodos en los dos años.

Método	No. De insuficiencias	Kilos vs método actual
Pronostico x 1.5	44	-190197.63
pronostico x 1.6	32	-151154.81
pronostico x 1.7	24	-112111.99
pronostico x 1.8	21	-73069.17
pronostico x 1.9	17	-34026.35
Pronostico x 2	16	9168.44
Percentil 80 x 1.4	23	-125082.14
Percentil 80 x 1.5	20	-75721.97
Percentil 80 x 1.6	17	-29828.24
percentil 90 x 1.3	19	-109303.04
Percentil 90 x 1.4	15	-58030.97
percentil 90 x 1.5	14	-5758.89
percentil 90 x 1.6	12	44513.18
maximo sugerido ( Percentil 80)	26	-147741.88
maximo sugerido ( Percentil 85)	24	-140360.25
maximo sugerido ( Percentil 90)	23	-126760.25
maximo sugerido ( Percentil 95)	20	-104378.36
maximo sugerido ( Percentil 100)	17	-81996.48
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.2)	20	-109925.36
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.3)	17	-88432.09
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.4)	14	-57453.99
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.5)	14	-39766.14
Prom x 1.5	55	-189240.04
Prom x 1.6	41	-150256.11
Prom x 1.7	33	-111272.19
Prom x 1.8	27	-72288.26
Prom x 1.9	23	-33304.34
Promedio 2	20	

(Fuente: Elaboración propia).

Esta es la evaluación final, se sumaron los dos años, y sería mucho de lo que se puede hablar, la empresa tendrá que decidir qué modelo utilizar, qué tanto desean sacrificar las ventas o el inventario, pero el objetivo de este trabajo es mostrar un modelo mejor

de lo que ya se tiene, por lo que aquellos métodos que hayan sido insuficientes en una mayor cantidad que 20 o que su diferencia contra el método actual sea positiva o muy pequeña en relación a los kilos, no se le recomendará a la organización.

En la parte de anexos (4 y 5) se agregan otras evaluaciones, se evaluaron las siguientes 10 semanas de los años 2020 y 2021, al principio se había determinado no evaluar 2020 por ser un año atípico, pero se decidió que sería interesante, analizar cómo se comportarían los modelos, ante la disminución de las ventas.

## **5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.**

A continuación, se presentan los pensamientos que se desprenden en de los resultados observados durante la realización de este proyecto.

### **5.1 Conclusiones**

Dentro de las primeras conclusiones que se pueden mencionar, es que no existe un modelo perfecto, más aun tratándose de ventas cuando el mercado depende tanto de las necesidades o preferencias de los clientes, y de situaciones externas como pandemias o leyes públicas, para este trabajo se consideró insuficiente algún método, aún si solo faltaban .05 kilos para atender la demanda, esto porque la organización ya está muy comprometida con el tema de satisfacción al cliente, tanto así que estaban aplicando el método de dos semanas, aun sabiendo que estaban en la línea del tiempo de vida del producto. Habrá organizaciones en las que la naturaleza de sus productos les permita tener un inventario mayor, aunque se debe mencionar que tener cualquier tipo de inventario genera costos a las organizaciones y es dinero parado.

La segunda conclusión es, que utilizar modelos de pronósticos para cada producto en particular, aunque cuando no se analice su comportamiento de forma gráfica, si no con un error es mejor que utilizar el mismo modelo siempre, más en organizaciones como estas, en las que sus ventas son tan cambiantes, se puede hablar del caso de los congelados, tienen tanta variedad de papa congelada, que en cierto aspecto se puede decir que ellos mismos son sus competidores, siempre están innovando con nuevos productos, que tengan mejor calidad a un menor precio, por lo que es necesario no sobre inventariarse, porque luego el producto que ya no se desplazó de terminar desperdiciando.

Otro comentario es que la selección del método de abastecimiento para esta empresa, será el que la empresa considere más fácil implementar, pero desde la perspectiva del

desarrollador del proyecto, es que para esta empresa lo mejor es utilizar el promedio, de sumar los pronósticos de suavización y máximo en particular pronóstico variable según el error menor y el percentil 95.

## **5.2 Recomendaciones**

De entrada se recomienda a la organización, que lleven a práctica estos métodos, se recomienda que se utilice el modelo de combinación, debido a que los pronósticos en su mayoría fueron insuficientes, y el utilizar el modelo de máximo, tarda mucho en cambiar, es decir, si un producto se deja de vender o baja su venta de forma drástica, el máximo aún recomendará hasta las 8 semanas un inventario muy alto si se utiliza un percentil 80, mientras que si se le combina un pronóstico que recomiende no pedir el promedio entre el máximo y ese 0 pronosticado bajará el sugerido.

Se recomienda a la organización siempre seguir innovando y buscar siempre mejorar sus procesos.

## **5.3 Trabajos futuros**

Este trabajo es muy genérico, buscaba mejorar los procesos de abastecimiento internos (almacén matriz- puntos de venta), de ser aplicado seguramente traerá beneficios, pero para un mejor control, se recomienda a la organización que los métodos de pronóstico y abastecimiento se revisen desde el origen, desde el área de compras, que se haga un trabajo capacitando al departamento en como analizar comportamientos, darles herramientas tecnológicas, y que sea compras en comunión con ventas los que determinen cuánto pedir y cómo distribuirlo una vez mejorado los procesos de compra.

## 6. REFERENCIAS

Aguilar-Santamaría, P. A. (2012). Un modelo de clasificación de inventarios para incrementar el nivel de servicio al cliente y la rentabilidad de la empresa. *Pensamiento & Gestión, Scielo* (32), 142-164.

Alomoto, N., Acuña, C., Salvador, M., Ortíz, J., y Ruiz-Torres, A. (2015) 'La gestión de la cadena de suministro en Ecuador: caso de las pymes', *Revista Arbitrada Formación Gerencial*, 13(2).

Asencio Cristobal, L. R., González Ascencio, E. y Lozano Robles, M. (2017) 'El inventario como determinante en la rentabilidad de las distribuidoras farmacéuticas.', *Retos*, 7(13), p. 123.

Bandeira, S.G., Alcalá, S.G.S., Vita, R.O. and Barbosa, T.M.G. de A. (2020). Comparison of selection and combination strategies for demand forecasting methods. *Production*, [online]

Benghiat, S., Ahmad M., Bobrove L., Martella S., Kiryakova S. (2019) 'Forecasting Product / Item Demand'. John Molson School of Business BSTA 477: Managerial Forecasting Winter 2019

Cano Monteverde, R.E. and Viteri Sanchez, C.B. (2018). 'Propuesta de optimización de compras en la cadena de abastecimiento de la empresa Solufer por medio de pronósticos de demanda y gestión de inventario'. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias.

Chandrakantha, Leslie. (2008). "USING EXCEL SOLVER IN OPTIMIZATION PROBLEMS

Chapman, S.N. (2010). Planificación y control de la producción. [online] Google Books. Available

Correa Espinal, A. A., Gómez Montoya, R. A. y Cano Arenas, J. A. (2010) 'Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC)', *Estudios Gerenciales, Scielo*. 26(117), pp. 145–171.

Durán, Y. (2012). Administración del inventario. Elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas *Visión Gerencial*, 11(1), 55-78.

Edwards Deming W. (2010). *Supply Chain Engineering and Logistics Handbook*. [online]

Enríquez Zárate, L. G. and Rodríguez Lozada, M. Á. (2020) 'Beneficios de utilizar el Análisis ABC en la administración de inventarios en una Pequeña y Mediana Empresa

- (PyME) comercializadora en Tlaxcala, México', p. 20.
- Escudero, M. (2019) 'Logística de almacenamiento', 2da edición, Paraninfo
- Flamarique, S. (2019) 'Manual de gestión de almacenes', 1ra edición. Marge Books.
- García Oliva, S., Hiller Plazas, M. L., Gutiérrez L. L. (2012). Diseño de mejoras de los procesos logísticos en un almacén secundario de distribución de productos de consumo masivo. Universidad católica Andrés Bello.
- Gómez Montoya, R. A., Zuluaga Mazo, A. y Vásquez Noreña, G. L. (2015) 'Método AHP utilizado para mejorar la recepción en el centro de distribución de una empresa de alimentos', *Ingenierías USBmed*, 6(2), p. 5.
- Guerrero, Salas H. (2009). 'Inventarios manejo y control'. 1ra edición. Ecoe ediciones.
- Gutiérrez, V. y Vidal, C. J. (2008) 'Modelos de gestión de inventarios en cadenas de abastecimiento: Revisión de la literatura', *Revista Facultad de Ingeniería*, (43), pp. 134–149.
- Guzman Valle, M. de los A. y Celi Arevalo, E. K. (2018) "Aplicación de métodos determinísticos y dinámicos para calcular los pronósticos de la demanda en la cadena de suministro de la Empresa Chiclayana Sipán Distribuciones S.A.C. utilizando Minitab y Oracle Crystal Ball". UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO".
- Hinostroza Huanay, C. (2016) 'manejo de pronósticos e inventarios para la mejora del desempeño de las operaciones en una empresa textil peruana. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial y Comercio'. Universidad San Ignacio de Loyola.
- Hyndman, R. J. y Athanasopoulos, G. (2018) *Forecasting: Principles and Practice*. 2da edición. Otexts.
- Ibarra Rodriguez, M.O. (2020). Desarrollo de un modelo de planeación de la demanda estacional de la cadena de suministros en tiendas de conveniencia. M.I. tesis. Universidad de Sonora
- Kolade, O. J. (2019) 'Demand Forecasting and Measuring Forecast Accuracy in a Pharmacy', *Economic Development, Technological Change, and Growth*, 15(3), pp. 157–169.
- López, J. (2018) 'Análisis de Series de Tiempo Pronóstico de demanda de uso de aeropuertos en Argentina al 2022', *Trabajo Final Integrador*, pp. 0–49.
- Microsoft.com. (2019). Definir y resolver un problema con Solver. [online] Available at: <https://support.microsoft.com/es-es/office/definir-y-resolver-un-problema-con-solver-5d1a388f-079d-43ac-a7eb-f63e45925040> [Accessed 9 May 2021].

- Mor, R.S., Nagar, J. y Bhardwaj, A. (2019). A comparative study of forecasting methods for sporadic demand in an auto service station. *International Journal of Business Forecasting and Marketing Intelligence*, 5(1), p.56.
- Nahmias, S. (2007). *Análisis de la producción y las operaciones, 5ta Edición* - Steven Nahmias. [online] Academia.edu.
- Niño Lagaudó, J. M. (2018) Propuesta para la implementación de un método de pronóstico de la demanda del material de embalaje en una empresa distribuidora de dispositivos médicos.
- Pinedo Chapa, J. M. y Eyzaguirre Munarriz, J. C. (2018) 'Demanda Y Gestión De Inventarios Para La Planeación De Demanda En Prendas De Vestir Juvenil', pp. 0–143.
- Rodríguez, E. C. (2015) 'Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos', *Scielo*. 14(27), pp. 163–177.
- Rodríguez, F. (2017), Control de la calidad: herramientas de calidad [presentación PP]. Disponible en: [https://biblioteca.cunef.edu/files/docs/Harvard\\_Reference.pdf](https://biblioteca.cunef.edu/files/docs/Harvard_Reference.pdf) . Consultado [28 Enero 2021]
- Romero, L; León, J; Alvarado, D; Llanes, M; Sanz, E. (2018). 'Almacén : área clave del proceso de producción en una empresa del ramo de la construcción al noroeste de México', *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, VI(20), pp. 81–98.
- Salas, K., Maiguel, H. y Acevedo, J. (2017). 'Metodología de Gestión de Inventarios para determinar los niveles de integración y colaboración en una cadena de suministro Inventory Management Methodology to determine the levels of integration and collaboration in supply chain', *Revista chilena de ingeniería*, 25(2), pp. 326–337.
- Salazar P., C. and Del castillo G., S. (2018). FUNDAMENTOS BÁSICOS DE ESTADÍSTICA. [online]. Available at: <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1570/Fundamentos%20B%c3%a1sicos%20de%20Estad%c3%adstica-Libro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Sales, M. (2013). *Apuntes de la materia: planeación y control de proyectos*. EALDE Business School
- Schroeder, R., 1996 Administración de operaciones, toma de decisiones en la función de operaciones, McGraw Hill, México, ISBN 970-10-0088-9
- Scconini, L. (2019) Lean Manufacturing: paso a paso. 1ra edición. Marge Books.

Sridama, P. y Siribut, C. (2017). Decision Support System for Customer Demand Forecasting and Inventory Management of Perishable Goods. *Journal of Advanced Management Science*, pp.8–12

Suárez Ramírez, D. C. (2019). Aplicación de un procedimiento para la administración del inventario en la empresa de productos lácteos de holguín. Trabajo de diploma en opción al título. Facultad Ciencias Empresariales y Administración.

Valencia Granados, J. A. (2019) 'Metodología de diagnóstico logístico de almacenes y centros de distribución', *Realidad y Reflexión*, 49(49), pp. 93–105. doi: 10.5377/ryr.v49i49.8067.

Velásquez Arboleda, E.M. (2019) 'Estudio del modelo de gestión de inventarios basado en máximos y mínimos.', *Estudio de Máximos y mínimos de Inventario para el control preventivo de Stocks*. Universidad Santiago de Cali, Especialización en Gerencia Logística Integral pp. 1–29.

Veloz, C. y Parada, O. (2017) 'Métodos para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones en la gestión de inventarios Methods to improve efficiency and decisions in inventory management', *Dialnet*, 10, pp. 29–38.

Villareal, F. (2016) 'Introducción a los Modelos de Pronósticos'. Universidad Nacional del Sur- Departamento de Matemática

Vizcaíno Castillo, Andrea Carolina; Romero Gelvez, Jorge Ivan. (2021) "Evaluación de métodos de pronósticos de demanda aplicados a un modelo de recolección de residuos hospitalarios en algunos centros médicos de la ciudad de Bogotá". Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano.

## 7.ANEXOS

Número	Codigo	Familia	Vendido		Unidad de costeo	Costo	Participacion	Consumo	% de participacion	% de participacion acomulado	Clasificacion
			Piezas	Kilos							
1	232160	QUESOS	22331	114410.00	PK	\$ 59.80	0.18%	6841718	9.48%	9.48%	
2	360010	SECOS	76254	57190.50	P	\$ 83.37	0.18%	6357296	8.81%	18.28%	
3	125050	CARNES FRÍAS	34468.37	34468.37	K	\$ 122.11	0.18%	4208932.2	5.83%	24.11%	
4	207201	QUESOS	33577.49	33577.49	K	\$ 97.50	0.18%	3273805.5	4.53%	28.65%	
5	236020	QUESOS	3997	31976.00	P	\$ 799.99	0.18%	3197560	4.43%	33.08%	
6	207211	QUESOS	26310.13	26310.13	K	\$ 98.00	0.18%	2578392.9	3.57%	36.65%	
7	207210	QUESOS	8902.389	20536.51	PK	\$ 102.00	0.18%	2094723.8	2.90%	39.55%	
8	401040	CONGELADOS	25038	56836.26	P	\$ 70.94	0.18%	1776195.7	2.46%	42.01%	
9	233100	QUESOS	7160	35880.00	PK	\$ 48.30	0.18%	1733004	2.40%	44.41%	
10	370010	SECOS	17773	53319.00	P	\$ 92.50	0.18%	1644002.5	2.26%	46.63%	
11	207214	QUESOS	14346.48	14346.48	K	\$ 98.00	0.18%	1405955	1.95%	48.64%	
12	101821	CARNES FRÍAS	19594.36	19594.36	K	\$ 69.84	0.18%	1368470	1.90%	50.53%	
13	124115	CARNES FRÍAS	10596.96	10596.96	K	\$ 97.54	0.18%	1033627.3	1.43%	51.96%	
14	236092	QUESOS	9602.01	9602.01	K	\$ 100.00	0.18%	960200.8	1.33%	53.29%	
15	233112	QUESOS	10828.88	10828.88	K	\$ 84.50	0.18%	915040.53	1.27%	54.56%	
16	327070	MARGARINAS	2380	12300.00	PK	\$ 74.36	0.18%	914628	1.27%	55.83%	
17	222860	QUESOS	3965.34	12430.44	PK	\$ 73.54	0.18%	914134.56	1.27%	57.09%	
18	401450	CONGELADOS	12207	27709.89	P	\$ 70.68	0.18%	862790.76	1.20%	58.29%	
19	259012	QUESOS	9675.81	9675.81	K	\$ 84.50	0.18%	817605.78	1.13%	59.42%	
20	232161	QUESOS	14642.82	14642.82	K	\$ 54.00	0.18%	790712.17	1.10%	60.52%	
21	340040	SECOS	6746	25578.71	P	\$ 110.97	0.18%	748603.62	1.04%	61.55%	
22	401360	CONGELADOS	9982	22659.14	P	\$ 73.75	0.18%	736172.5	1.02%	62.57%	
23	111560	CARNES FRÍAS	15245	15245.00	P	\$ 44.93	0.18%	684957.85	0.95%	63.52%	
24	209211	QUESOS	8742.40	8742.40	K	\$ 69.50	0.18%	607596.45	0.84%	64.37%	
25	233110	QUESOS	2577.208	6551.31	PK	\$ 87.50	0.18%	573239.63	0.79%	65.16%	
26	236520	QUESOS	851	6808.00	P	\$ 670.00	0.18%	570170	0.79%	65.95%	
27	233101	QUESOS	12360.51	12360.51	K	\$ 43.00	0.18%	531501.84	0.74%	66.69%	
28	113380	CARNES FRÍAS	7311.88	21947.95	PK	\$ 23.44	0.18%	514459.9	0.71%	67.40%	
29	232071	QUESOS	8115.52	8115.52	K	\$ 58.00	0.18%	470700.39	0.65%	68.05%	
30	340070	SECOS	3102	11756.58	P	\$ 143.20	0.18%	444206.4	0.62%	68.67%	
31	340530	SECOS	893	14180.84	P	\$ 494.30	0.18%	441409.9	0.61%	69.28%	
32	117111	CARNES FRÍAS	5010.84	5010.84	K	\$ 86.00	0.18%	430932.58	0.60%	69.87%	
33	207271	QUESOS	3946.75	3946.75	K	\$ 97.50	0.18%	384808.13	0.53%	70.41%	
34	236070	QUESOS	1712	3252.80	P	\$ 219.00	0.18%	374928	0.52%	70.93%	
35	209201	QUESOS	5489.04	5489.04	K	\$ 67.00	0.18%	367765.95	0.51%	71.44%	
36	207212	QUESOS	3744.26	3744.26	K	\$ 98.00	0.18%	366937.28	0.51%	71.94%	
37	259011	QUESOS	4312.82	4312.82	K	\$ 84.50	0.18%	364433.04	0.50%	72.45%	
38	327130	MARGARINAS	4226	4262.00	P	\$ 83.24	0.18%	351772.24	0.49%	72.94%	
39	237020	QUESOS	5858	3369.98	PK	\$ 102.50	0.18%	345422.64	0.48%	73.41%	
40	222800	CREMAS	18616.01	18616.01	K	\$ 17.60	0.18%	327641.74	0.45%	73.87%	
41	113311	CARNES FRÍAS	4975.34	4975.34	K	\$ 63.00	0.18%	313446.36	0.43%	74.30%	
42	331080	MARGARINAS	2362	2362.00	P	\$ 131.94	0.18%	311642.28	0.43%	74.73%	
43	401050	CONGELADOS	5398	12253.46	P	\$ 57.40	0.18%	309845.2	0.43%	75.16%	
44	209210	QUESOS	1649.216	4167.78	PK	\$ 72.50	0.18%	302163.76	0.42%	75.58%	
45	223190	QUESOS	1337.46	3080.46	PK	\$ 97.80	0.18%	301268.99	0.42%	76.00%	
46	233240	QUESOS	2957	5914.00	PK	\$ 50.30	0.18%	297474.2	0.41%	76.41%	
47	401350	CONGELADOS	3827	10424.75	P	\$ 75.99	0.18%	290813.73	0.40%	76.81%	
48	102060	CARNES FRÍAS	6547	6547.00	P	\$ 44.00	0.18%	288068	0.40%	77.21%	
49	241010	QUESOS	1468.93	5010.14	PK	\$ 57.10	0.18%	286078.99	0.40%	77.61%	
50	233111	QUESOS	3352.89	3352.89	K	\$ 84.50	0.18%	283319.21	0.39%	78.00%	
51	340130	MARGARINAS	3071	6940.46	P	\$ 91.22	0.18%	280136.62	0.39%	78.39%	
52	407010	CONGELADOS	4299.02	4299.02	K	\$ 65.00	0.18%	279436.43	0.39%	78.78%	
53	318160	MARGARINAS	5039	5039.00	P	\$ 52.25	0.18%	263287.75	0.36%	79.14%	
54	303400	MARGARINAS	1089	5445.00	C	\$ 235.00	0.18%	255915	0.35%	79.50%	
55	241020	QUESOS	1301.26	4218.89	PK	\$ 59.95	0.18%	252922.34	0.35%	79.85%	
56	223180	QUESOS	885	2746.68	PK	\$ 90.09	0.18%	247448.22	0.34%	80.19%	

Anexo 1. clasificación ABC por participación acumulada.

Etig	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
101821	30	53	49	58	55	47	60	57	54	62	55	54	62	59	60	44	62	55	60	58	54	55	54	61	56	57	60	48	62	54	59	55	56	58	60	61	51	47	57	56	62	61	55	57	58	51	50	54	58	57	62	53	
102060	7	7	6	5	8	5	6	7	6	5	5	6	5	5	9	1	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	6	3	3	9	8	25	3	4	9	3	6	7	12	14	12	9	11	14	6	8	6	13	11	5	12	6
116560	21	26	24	31	30	24	29	21	37	31	41	31	35	39	34	31	46	45	44	36	36	36	40	36	33	35	44	38	40	36	36	33	50	43	40	51	52	53	52	49	61	57	51	61	56	64	57	51	68	56	65	34	
116311	20	26	31	31	30	33	30	23	33	27	33	30	39	32	34	21	32	28	37	34	29	39	34	29	33	29	31	25	41	36	31	39	43	41	39	45	41	37	37	34	37	35	36	34	39	32	33	34	39	34	35	35	
113380	19	23	25	27	24	25	26	25	19	31	29	23	27	24	35	23	43	39	42	29	29	30	29	37	29	26	27	24	49	28	24	31	28	31	39	32	35	27	34	41	33	35	30	34	28	28	31	38	37	35	29	25	
117111	34	38	43	40	42	37	52	40	42	42	43	42	48	46	50	38	46	48	50	50	44	38	41	45	48	45	49	41	43	38	40	42	48	50	47	44	52	47	50	50	56	51	52	62	55	49	47	49	53	60	61	51	
124115	55	65	70	66	80	66	76	66	75	75	84	80	86	70	73	56	78	72	74	83	77	70	72	75	74	73	82	65	69	69	81	57	84	66	86	65	69	59	68	77	80	77	76	80	70	66	64	62	73	60	79	62	
125050	108	121	133	147	145	136	156	148	157	136	148	139	144	138	136	108	154	168	155	143	136	147	133	148	134	134	142	142	136	132	127	117	136	132	128	140	138	134	143	147	140	145	132	145	123	138	152	145	149	161	162	136	
207201	78	98	113	117	100	104	101	106	114	119	102	111	115	106	84	110	101	116	120	113	106	107	120	113	114	113	114	116	108	100	100	108	106	105	101	104	99	110	114	110	110	108	120	123	113	111	112	116	127	117	118		
207210	38	50	53	55	59	53	63	51	57	58	60	59	55	61	61	48	41	52	62	49	45	48	58	60	19	51	49	54	51	53	42	50	56	55	51	50	56	43	47	52	58	55	56	60	55	56	64	60	67	62	67		
207211	88	109	137	134	132	125	140	132	116	141	130	128	131	143	136	109	141	145	132	143	133	136	125	135	118	136	114	131	126	119	116	117	118	118	126	130	120	114	117	121	129	125	120	136	128	125	112	119	142	156	150	129	
207212	9	10	13	12	9	9	13	12	9	11	11	12	13	13	8	9	9	13	10	10	13	12	11	12	14	9	9	12	10	13	13	16	12	15	20	20	23	17	18	19	16	13	17	12	15	16	17	18	17	18			
207214	27	32	36	33	38	38	41	31	38	39	40	37	39	35	41	29	49	45	48	47	45	39	43	39	45	41	39	35	41	39	31	39	47	39	44	36	37	39	46	43	45	54	61	50	52	52	44	42	46	49	38	49	
207211	4	3	1	2	2	3	2	4	2	4	4	5	4	6	4	2	5	3	5	3	4	5	4	2	4	7	7	7	6	6	6	5	4	6	7	5	5	6	6	6	6	5	6	6	6	7	6	7	5	6	6	9	
209201	23	41	42	41	49	40	46	44	46	41	51	41	44	48	46	32	40	48	51	47	50	49	47	48	40	46	42	42	40	35	37	38	44	52	50	46	43	34	41	39	47	51	40	44	35	37	28	1	26	42	36	43	
209210	9	9	15	10	6	7	7	9	5	9	10	8	11	11	13	6	12	6	16	11	13	7	11	14	14	9	9	10	9	8	9	12	13	11	8	10	8	7	8	8	10	7	8	10	7	9	12	7	11	11	9		
209211	17	26	22	16	16	17	16	16	16	13	16	15	16	15	17	14	20	16	24	19	19	14	19	17	17	16	18	13	15	14	17	13	13	17	15	13	9	14	12	15	12	14	14	14	15	16	15	17	22	20	14	14	
222800	16	27	30	33	27	31	34	30	37	32	32	36	34	44	40	30	47	43	46	37	36	40	33	32	33	33	36	36	26	35	40	44	42	45	35	37	47	42	42	46	50	44	44	39	45	35	39	43	49	50	53	27	
222860	23	31	32	45	29	38	34	37	33	39	34	51	42	43	53	35	49	39	48	51	48	47	43	49	44	43	46	49	42	49	49	42	44	49	43	50	43	40	37	41	53	41	42	45	39	43	30	37	44	35	45	32	
223180	17	18	14	19	21	19	17	18	19	19	22	16	19	15	21	16	15	20	19	22	19	21	16	13	15	21	16	13	15	21	18	18	17	17	17	19	20	21	15	22	18	19	15	16	19	17	16	16	18	16	14	16	
223190	14	16	20	20	21	18	19	26	20	23	22	21	18	23	21	12	16	21	19	25	17	22	26	23	16	22	15	21	16	23	23	20	21	25	23	24	17	19	26	21	23	23	21	23	19	21	24	20	33	20	25		
232071	10	13	15	15	16	15	18	17	14	14	12	13	13	11	12	14	17	17	16	14	19	17	17	18	20	19	19	14	20	19	19	15	15	12	17	17	15	17	17	19	17	16	16	18	21	18	22	24	25	27	25	27	
232160	37	48	53	56	46	49	57	44	50	45	41	44	45	52	47	45	51	61	62	55	51	51	50	57	51	48	48	47	49	43	50	55	50	47	47	42	51	50	49	53	49	54	45	54	51	54	54	52	62	66	68		
232161	31	39	54	46	42	45	46	44	43	41	48	41	42	45	47	30	36	48	40	49	45	45	32	50	45	42	48	43	42	47	37	45	52	47	43	39	45	39	46	42	50	46	52	47	45	47	48	53	52	45	44		
233000	43	47	44	49	49	46	61	44	51	53	55	38	35	34	26	40	42	39	32	40	37	40	38	35	43	48	41	39	34	35	43	41	34	42	43	38	35	32	31	39	34	30	37	34	35	34	29	38	33	36	31		
233011	36	54	54	58	51	55	64	65	52	51	64	60	56	45	47	42	59	52	57	46	45	48	56	47	38	45	34	45	45	42	45	48	48	63	62	61	59	55	63	70	54	59	53	76	58	65	66	64	54	43	43		
233110	6	4	5	6	5	5	6	6	5	6	6	5	7	11	2	12	10	13	14	5	6	8	6	5	6	5	6	5	5	7	5	5	5	6	5	5	7	6	5	6	5	13	18	12	6	6	6	4	7	9	1	2	
233111	9	21	17	21	19	19	24	22	27	20	24	19	25	19	18	11	23	22	23	22	19	21	18	15	18	15	19	15	16	15	20	21	22	22	22	19	20	18	23	20	21	22	21	24	24	21	17	21	26	1	1		
233112	18	30	34	29	31	30	35	32	39	36	44	33	42	34	30	19	34	38	39	38	34	30	26	29	25	28	28	30	27	28	27	30	34	30	35	36	42	33	37	41	38	32	34	37	39	32	31	41	38	40	35	32	
233240	6	3	1	1	2	3	2	3	3	9	4	5	4	6	5	4	7	5	10	6	2	5	11	8	12	6	5	12	9	10	9	4	8	4	8	1	6	8	6	2	6	8	2	6	7	7	7	13	7	6			
236020	41	45	44	39	42	44	53	39	38	47	48	45	50	41	34	48	46	54	39	42	41	43	42	39	55	40	37	39	35	38	41	37	40	40	43	37	37	41	42	46	44	49	35	45	45	50	57	57	61	55			
236070	22	23	18	20	20	25	23	22	27	23	28	20	24	23	20	26	25	28	32	20	23	25	21	26	20	24	25	23	22	23	27	26	22	22	19	23	26	21	24	32	30	33	25	30									

Región	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
101821	28	52	55	56	51	46	48	53	48	50	54	26	24	36	20	21	24	31	26	30	32	27	26	32	34	37	32	28	38	31	37	28	35	34	33	32	41	37	50	52	50	47	51	56	52	57	55	50	54	55	51	69
102060	7	10	7	10	8	10	6	8	16	12	7	5	5	5	5	5	6	3	6	9	8	5	7	5	5	5	7	6	7	15	34	9	12	27	28	11	8	12	15	10	13	16	15	12	11	29	23	22	24	14	20	16
115650	38	52	64	54	62	56	71	60	54	67	55	46	36	27	28	39	37	36	25	25	43	36	43	44	41	44	42	44	38	41	15	41	30	22	14	30	36	32	36	32	31	36	41	33	41	34	32	35	45	46	51	
115311	15	37	39	36	39	36	42	37	39	41	44	19	14	8	10	9	10	11	9	14	11	20	23	22	24	29	25	27	26	26	21	28	27	31	27	18	21	26	29	23	28	29	27	26	28	28	26	26	33	34	32	33
115380	24	33	32	30	31	31	27	29	33	32	32	23	12	10	9	17	15	17	20	18	18	16	20	15	19	15	12	15	15	15	11	16	11	18	12	17	13	21	12	18	16	15	19	14	16	19	15	15	16	11	17	16
117111	24	52	54	56	58	47	55	52	55	53	53	29	20	27	23	21	21	25	23	27	28	32	24	27	30	29	20	28	25	26	30	33	36	45	42	39	32	44	32	44	32	44	39	30	35	33	36	32	34	27	38	38
124115	42	71	76	81	77	70	78	65	64	64	70	49	37	37	39	35	41	46	43	43	46	45	41	43	47	46	47	54	53	49	49	50	56	41	50	50	63	54	54	54	60	58	62	62	67	61	60	63	62	62	59	81
125050	77	131	135	128	137	125	136	132	131	131	123	104	92	88	63	77	72	86	79	92	92	94	118	101	109	106	123	113	108	122	87	99	103	100	104	113	107	120	103	104	111	116	123	114	129	121	150	125	129	138	158	180
207201	66	114	107	111	116	105	114	121	114	119	124	85	65	76	52	53	63	74	79	71	77	78	72	72	79	73	79	81	81	66	81	86	82	91	96	101	33	104	33	100	94	104	102	106	113	105	97	88	84	86	78	115
207210	32	58	52	55	59	50	62	62	52	52	62	47	23	21	18	21	21	25	31	26	28	28	36	26	38	25	31	30	35	30	32	43	41	38	44	42	42	50	36	45	40	50	47	45	37	48	33	28	35	37	35	50
207211	76	118	126	122	118	115	116	116	113	124	122	83	62	62	62	68	66	66	71	78	75	77	77	81	83	70	79	91	84	91	94	97	102	99	97	105	99	96	88	92	108	104	98	131	106	113	114	110	116	135	132	152
207212	6	17	19	18	25	19	18	21	18	14	15	6	2	1	3	1	3	7	7	6	12	8	7	11	13	13	13	10	10	11	12	10	13	14	12	13	12	18	20	21	17	24	20	21	17	24	20	21	19	9	19	31
207214	24	37	46	47	46	43	50	51	48	45	50	27	29	29	24	27	42	35	36	37	34	36	41	40	35	33	38	32	37	33	44	43	46	38	41	36	41	44	46	44	39	44	39	48	40	44	38	43	49	44	42	67
207271	4	5	7	3	6	4	5	6	6	5	7	5	2	3	1	4	6	5	5	2	4	4	8	6	6	6	6	8	7	9	9	6	8	10	9	4	7	5	8	3	4	4	4	4	3	4	5	4	6	5	6	10
209201	19	39	39	38	41	33	44	41	44	35	31	23	13	7	3	7	9	5	5	15	8	6	10	6	10	9	12	11	10	11	10	16	13	13	13	13	12	15	15	15	14	15	14	11	12	14	12	12	14	12	15	
209210	5	10	10	9	9	8	10	13	11	12	12	8	4	5	3	5	8	3	5	5	5	4	7	5	6	6	5	6	6	5	6	5	6	5	4	4	5	5	8	8	11	8	8	8	3	9	7	6	6	9	8	12
209211	6	8	14	16	15	14	12	10	11	10	9	4	3	4	4	5	4	6	6	6	7	5	5	5	8	6	6	6	7	7	7	10	5	8	7	9	7	8	8	10	8	7	10	9	10	7	10	9	10	7	10	13
222800	37	47	42	34	37	38	34	34	34	38	40	24	25	9	7	10	12	11	22	21	32	27	17	33	23	21	29	33	28	36	25	33	33	35	34	37	36	34	36	35	34	41	36	31	38	37	35	29	37	41	41	39
222860	20	31	33	41	34	30	35	39	38	43	37	20	18	11	5	4	18	16	12	24	7	13	16	16	15	12	12	13	16	17	13	15	20	4	6	5	15	17	20	4	5	19	18	15	15	25	24	23	14	23		
223180	11	14	21	21	19	15	17	18	18	21	18	13	6	4	7	6	3	3	1	11	9	7	10	12	11	11	9	10	13	13	6	1	10	9	7	8	17	8	7	11	17	12	11	17	6	4	6	12	9			
223190	11	20	19	23	23	23	26	25	25	25	24	15	9	11	11	11	12	10	13	9	16	13	9	14	11	24	8	16	12	17	22	15	16	23	19	15	10	14	18	16	17	12	18	20	17	14	19	18	20	16	26	
232071	13	28	29	27	30	29	26	27	23	25	26	12	5	9	9	8	12	18	16	14	16	19	21	15	19	19	24	18	17	17	16	20	17	17	18	20	21	22	23	19	19	24	27	27	23	25	28	19	28	24	21	31
232160	31	43	48	46	53	51	54	50	46	50	45	44	40	29	42	40	44	46	32	38	40	48	36	45	47	45	41	42	62	48	43	48	42	43	44	40	35	35	43	34	43	42	42	39	46	48	45	50	49	52	77	
232161	29	42	46	45	47	38	39	48	47	44	43	20	16	17	8	13	13	19	17	23	20	18	19	23	19	18	20	22	20	26	28	31	29	35	37	35	39	37	40	34	48	50	39	46	47	49	53	52	44	50	61	
233100	25	29	34	35	35	32	31	36	37	36	45	20	27	15	13	19	16	22	21	24	35	40	45	40	36	23	29	21	23	22	22	21	19	28	26	24	21	23	35	20	28	22	32	24	27	41	35	25	22	22	19	31
233101	26	60	70	66	56	54	69	67	63	68	69	29	21	20	20	21	18	27	32	29	35	41	46	36	36	45	39	40	38	39	38	38	42	38	39	45	45	37	39	40	40	42	48	47	53	48	51	48	49	45	50	46
233110	5	6	5	5	4	4	6	5	5	6	5	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	4	4	5	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	5	6	5	3	4	7	4	5	8	3
233111	11	26	27	23	26	26	31	28	27	25	18	9	6	6	4	8	11	9	10	10	9	11	9	14	5	2	12	10	11	7	7	9	7	9	9	13	9	10	9	12	14	9	8	11	12	4	8	11	8	9	12	
233112	20	38	38	39	41	33	40	43	40	43	43	12	30	17	20	15	18	21	22	24	23	23	28	22	25	6	27	22	26	31	30	27	27	30	33	34	39	39	43	45	47	46	51	49	47	50	41	34	41	44	54	
233240	3	11	9	8	8	6	9	7	7	10	7	5	7	4	8	5	6	9	7	8	8	9	7	6	8	8	8	7	9	13	14	13	8	11	13	11	11	14	14	15	13	14	12	15	17	14	18	17	20	20		
236020	25	40	46	44	48	40	45	40	36	39	45	29	18	18	20	23	25	22	39	18	28	27	19	26	30	24	25	20	27	22	26	25	22	24	21	17	21	28	25	30	33	32	25	24	22	28	28	25	25	35	33	
236070	18	23	22	24	21	25	27	25	24	23	14	7	6	6	7	6	10	20	8	9	11	10	13	11	12	6	13	5	5	10	15	17	12	12	10	18	20	15	23	20	21	20	21	17	21	18	21	17	25	37		
236520	6	6	4	5	6	6	9	12	10	9	6	4	6	2	4	9	5	5	6	6	6																															

Método	No. De insuficiencias	Kilos vs método actual
<i>Pronostico x 1.5</i>	42	-63804.14969
<i>pronostico x 1.6</i>	35	-48734.37291
<i>pronostico x 1.7</i>	29	-33664.59612
<i>pronostico x 1.8</i>	27	-18594.81934
<i>pronostico x 1.9</i>	25	-3525.042553
<i>Pronostico x 2</i>	23	11483.08728
<i>Percentil 80 x 1.4</i>	9	23061.54577
<i>Percentil 80 x 1.5</i>	5	45385.99914
<i>Percentil 80 x 1.6</i>	3	67710.45252
<i>percentil 90 x 1.3</i>	9	25638.35062
<i>Percentil 90 x 1.4</i>	4	49906.74693
<i>percentil 90 x 1.5</i>	3	74175.14324
<i>percentil 90 x 1.6</i>	2	98443.53956
<i>maximo sugerido ( Percentil 80)</i>	22	-27376.59022
<i>maximo sugerido ( Percentil 85)</i>	18	-22744.03087
<i>maximo sugerido ( Percentil 90)</i>	16	-17851.18052
<i>maximo sugerido ( Percentil 95)</i>	15	-12047.31173
<i>maximo sugerido ( Percentil 100)</i>	12	-6243.442945
<i>maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.2)</i>	12	-5014.865373
<i>maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.3)</i>	12	6163.315314
<i>maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.4)</i>	11	17272.31652
<i>maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.5)</i>	11	28519.67669
<i>Prom x 1.5</i>	54	-72188.56118
<i>Prom x 1.6</i>	46	-57970.16029
<i>Prom x 1.7</i>	38	-43477.62022
<i>Prom x 1.8</i>	31	-28985.08015
<i>Prom x 1.9</i>	28	-14492.54007
<i>Promedio 2</i>	25	

**Anexo 5.** Evaluación de los métodos en los meses de segunda mitad de marzo a junio 2020.

Método	No. De insuficiencias	Kilos vs método actual
Pronostico x 1.5	29	-93551.30712
pronostico x 1.6	23	-74715.80231
pronostico x 1.7	16	-55633.70348
pronostico x 1.8	13	-36807.87367
pronostico x 1.9	12	-17982.04386
Pronostico x 2	11	1744.912281
Percentil 80 x 1.4	18	-87149.14497
Percentil 80 x 1.5	11	-65136.40976
Percentil 80 x 1.6	9	-44385.25795
percentil 90 x 1.3	18	-84818.6383
Percentil 90 x 1.4	11	-62445.24046
percentil 90 x 1.5	8	-40071.84262
percentil 90 x 1.6	4	-17698.44477
maximo sugerido ( Percentil 80)	19	-83573.62826
maximo sugerido ( Percentil 85)	18	-79960.77656
maximo sugerido ( Percentil 90)	17	-75169.46861
maximo sugerido ( Percentil 95)	15	-66575.86131
maximo sugerido ( Percentil 100)	14	-57982.25402
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.2)	13	-63492.62471
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.3)	12	-53144.4375
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.4)	11	-43095.71718
maximo sugerido ( Percentil 80 x 1.5)	11	-32449.32309
Prom x 1.5	30	-93666.15308
Prom x 1.6	23	-75440.01338
Prom x 1.7	19	-56609.45737
Prom x 1.8	16	-37778.90136
Prom x 1.9	15	-18829.05272
Promedio 2	15	

Anexo 5. Evaluación de los métodos en los meses de segunda mitad de marzo a junio 2021.