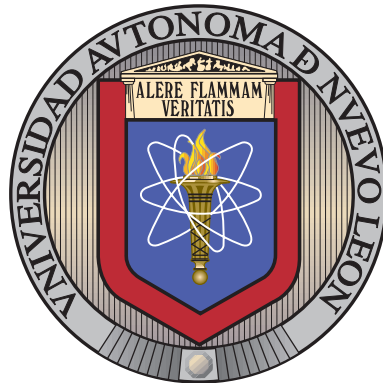


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



OPTIMIZACIÓN DEL MODELO DE
REAPROVISIONAMIENTO
EN UNA EMPRESA DE VENTA DE
REFACCIONES DEL SECTOR DEL
AUTOTRANSPORTE

POR

OSCAR ALANIS SALINAS

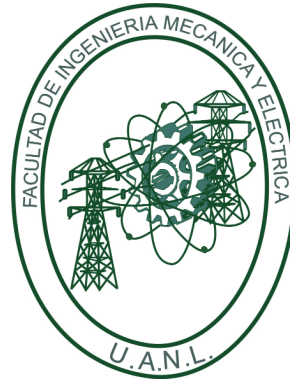
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO

MAYO 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



OPTIMIZACIÓN DEL MODELO DE
REAPROVISIONAMIENTO EN UNA
EMPRESA DE VENTA DE REFACCIONES
DEL SECTOR DEL AUTOTRANSPORTE

POR

OSCAR ALANIS SALINAS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO

MAYO 2020



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que la Tesis "OPTIMIZACIÓN DEL MODELO DE REAPROVISIONAMIENTO EN UNA EMPRESA DE VENTA DE REFACCIONES DEL SECTOR DEL AUTOTRANSPORTE", realizada por el alumno Oscar de Jesús Alanís Salinas, con número de matrícula 0951658, sea aceptada para su defensa como requisito para obtener el grado de Maestría en Logística y Cadena de Suministro.

El Comité de Tesis

[Handwritten signature of Dra. Rosario Lucero Carrazos Salazar]

Dra. Rosario Lucero Carrazos Salazar
Asesor

[Handwritten signature of Mtra. Blanca Idalia Pérez Pérez]

Mtra. Blanca Idalia Pérez Pérez
Revisor

[Handwritten signature of Dra. Edith Lucero Ozuna Espinosa]

Dra. Edith Lucero Ozuna Espinosa
Revisor

Vo. Bo.

[Handwritten signature of Dr. Simón Martínez Martínez]

Dr. Simón Martínez Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado

125

San Nicolás de los Garza, Nuevo León, abril 2020



ÍNDICE GENERAL

1. Introducción	1
1.1. Generalidades	1
1.1.1. Situación de la empresa	2
1.1.2. Descripción del proyecto de tesis	3
1.2. Objetivos	3
1.3. Justificación	4
1.4. Hipótesis	4
1.5. Estructura de tesis	4
2. Antecedentes	6
2.1. La empresa	6
2.2. Control de inventarios	7
2.3. Tipos de demanda	10
2.3.1. Distribución de la demanda	11
2.4. Gestión de inventarios	12

2.4.1. Clasificación de inventarios	12
2.4.2. Clasificación ABC/XYZ	13
2.4.3. Metodo FSN	14
2.4.4. Método VED	15
2.4.5. Método HML	16
2.4.6. Método SDE	16
2.5. Sistema continuo (s,Q)	16
2.6. Sistema continuo (s,S)	18
2.7. Sistema de revisión periódica (R,S)	18
2.8. Conclusiones	20
3. Metodología	22
3.1. Clasificación de inventario	23
3.1.1. Asignación ABC	23
3.1.2. Asignación XYZ	24
3.2. Asignación de políticas de inventario	24
3.3. Ajustes	25
4. Análisis y resultados	27
4.1. Clasificación de inventario	27
4.2. Asignación de política de inventarios	31
4.2.1. Determinar periodo de revisión	31

4.2.2. Determinación la demanda	32
4.2.3. Comportamiento de los productos A	34
4.2.4. Calculo de cantidad de compra	37
4.2.5. Ajustes de cantidad a comprar	37
4.2.6. Contenedor	37
4.2.7. Tarima y/o capacidad de empaque	38
5. Conclusiones	40
5.1. Contribución a la Cadena de Suministro	41
5.2. Lineas de continuidad	42

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1. Flujo general de materiales (elaboración propia)	2
2.1. Flujo general de materiales (elaboración propia)	7
2.2. Tipo de Demanda.Vidal Holguín (2010)	11
3.1. Método propuesto (elaboración propia)	22
4.1. Histograma de la demanda producto AX (elaboración propia)	30
4.2. Comportamiento del nivel máximo de inventario (elaboración propia)	34
4.3. Comportamiento de venta vs su promedio (elaboración propia)	35
4.4. Comportamiento meses inventario promedio (elaboración propia)	35
4.5. Gráfica de faltantes Enero - Agosto 2020 (elaboración propia)	39

ÍNDICE DE TABLAS

2.1. Comparativa entre revisión continua vs revisión periódica. Vidal Holguín (2010)	9
2.2. Tabla de criterios para asignar ABC Salas (2009)	13
2.3. Tabla de criterios para asignar XYZ (Errasti et al., 2010)	14
3.1. Tabla de criterios para calcular la demanda(elaboración propia).	25
4.1. Tabla de criterios para asignar ABC-XYZ(elaboración propia)	28
4.2. Tabla de resultados de la clasificación ABC-XYZ(elaboración propia)	29
4.3. Tabla de criterios para asignar periodo de revisión(elaboración propia).	32
4.4. Tabla de resultado de periodo de revisión(elaboración propia).	32
4.5. Tabla de criterios para calcular la demanda(elaboración propia).	33
4.6. Tabla de resultado de nivel máximo inventario(elaboración propia).	36

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

En México el sector del autotransporte es el principal modo de transporte según las cifras de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes(SCT) en el 2017, el sector genero 23 millones de empleos directos y representa el 83 % del total que a su vez aporta en un 5.5 % del PIB.

Actualmente el mercado de venta de refacciones del autotransporte se encuentra en un ambiente sumamente competitivo, esto impulsa a las empresas a generar estrategias para ser más rentables que sus competencias, por lo cual las empresas día a día buscan mejorar sus operaciones para la reducción de costos y dar un mejor servicio al cliente.

La empresa en la cual se desarrolla este proyecto cuenta con una unidad de negocio dedicada a la comercialización de refacciones para el transporte de carga y de pasajeros.

1.1.1 SITUACIÓN DE LA EMPRESA

Actualmente la empresa se encuentra en una etapa en la cual cuenta con bajos niveles de servicio hacia sus clientes, esto principalmente derivado a la falta de disponibilidad de producto, lo cual está ocasionando pérdida de venta y así como pérdida de clientes.

En la figura 1.1 se muestra el flujo de materiales desde los proveedores hasta los clientes, los principales proveedores se encuentran en Asia y Estados Unidos de América, lo cual hace complejo la administración del abastecimiento.

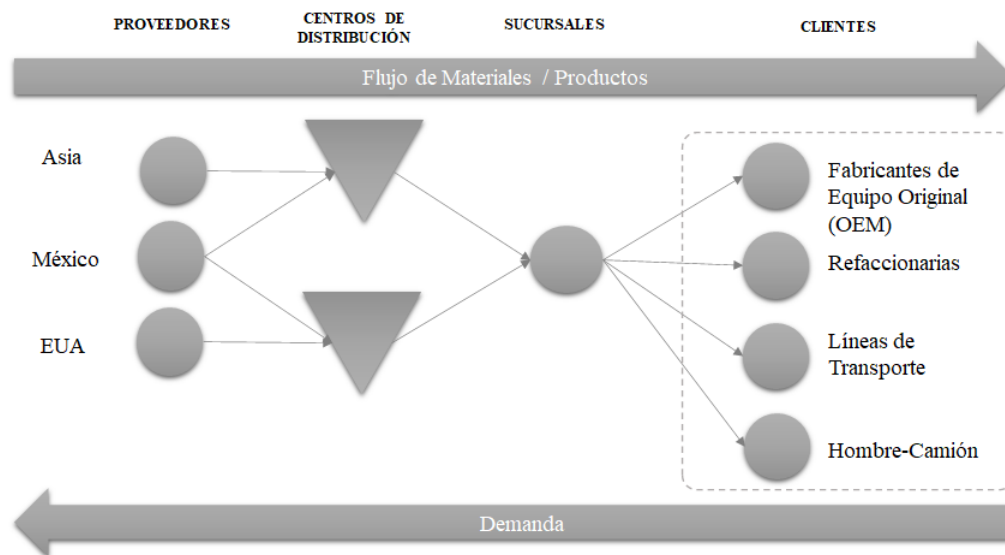


FIGURA 1.1: Flujo general de materiales (elaboración propia)

La empresa cuenta con una clasificación de clientes la cual es la siguiente:

- Fabricantes de equipo original.
- Refaccionarias o mayoristas.
- Líneas de transporte.
- Clientes de hombre-camión.

Las sucursales para hacer frente a las necesidades de sus clientes cuentan con inventario en sus instalaciones y lo que llegaran a necesitar lo solicitan a los centros de distribución.

Para dar servicio a sus clientes, las sucursales tienen un equipo de ventas (asesores) los cuales se encargan de tener el contacto con los clientes y estos generan los pedidos que se tiene que surtir por parte de la sucursal.

Con los pedidos, la sucursal surte los productos con los que cuente con existencia y el resto se envía una solicitud al área central para que se realicen las órdenes de compra necesarias para posteriormente enviarlos a los clientes.

El área central de compras y suministros tienen la responsabilidad de hacer llegar los productos a las sucursales, pero dicho departamento no cuenta con un método que logre satisfacer las necesidades de inventario.

1.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

En este proyecto de tesis se presenta un modelo de reaprovisionamiento de materiales de una empresa de venta de refacciones, como lo mencionamos anteriormente la empresa cuenta con sus principales proveedores tanto en Asia como Estados Unidos de América. Para acotar este proyecto se trabajará con los artículos que son importantes para venta en valor económico, los cuales llamaremos productos 80-20, lo cuales son 200 productos de un total 5,020 productos.

1.2 OBJETIVOS

El objetivo de este proyecto es implementar un modelo de reaprovisionamiento que mejore en un 20 % la disponibilidad de producto (disminuir faltantes) en los productos que son representativos para la venta (80-20), así como alinear los inventarios

mediante la disminución de días inventario.

Como parte de los objetivos es generar políticas de inventarios, procedimientos para la clasificación de inventarios para complementar la parte de la metodología de modelos con la parte de procesos internos de la empresa.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La empresa requiere mejorar su nivel de servicio al cliente debido a que ha perdido venta en proyectos importantes por no contar con el producto en tiempo, por otro lado es importante que se cuente con los niveles de inventarios adecuados ya que se ha detectado que hay exceso de inventario en algunos productos, lo que ocasiona que los días de inventarios estén fuera de los parámetros establecidos por la empresa.

1.4 HIPÓTESIS

Al hacer uso de las metodologías existentes para el control de inventario, así como métodos para la clasificación de los productos de acuerdo a su venta y aleatoriedad, se espera mejorar significativamente los indicadores de disponibilidad de producto y días de inventarios.

1.5 ESTRUCTURA DE TESIS

La presente tesis cuenta con la siguiente estructura:

1. **Introducción:** Se presenta la situación actual de la empresa, así como el planteamiento del problema, hipótesis planteada y el objetivo que se busca.

-
2. **Antecedentes:** Se encuentra la revisión literaria sobre los métodos de control de inventarios así como la clasificación de
 3. **Método:** Se muestra el método o proceso para la implementación para la solución del problema de control de inventarios.
 4. **Resultados:** Se realizan simulaciones de los métodos de control de inventario, para analizar el comportamiento que tendría el inventario dentro de la empresa y ver la factibilidad de su implementación.
 5. **Conclusiones y recomendaciones:** Una vez realizado los pasos anteriores se dan conclusiones y/o recomendaciones acerca del problema presentado y ver si fue solucionado o no.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES

En el presente capítulo, se hace un resumen de los antecedentes del problema dentro de la empresa, con el fin de tener en contexto la situación actual que vive la empresa día a día para gestionar el abasto de los productos para la venta, control de inventarios y el proceso logístico con el que cuenta.

Posteriormente se revisa la información de la literatura sobre los métodos de gestión de inventarios (políticas de inventario) que se ajustan al tipo de la demanda de los productos. También se revisará casos reales donde se han aplicado dichos métodos y sus resultados.

Por último, se hará una conclusión del capítulo y de los métodos analizados para posteriormente revisarlos en la metodología.

2.1 LA EMPRESA

La empresa que se estudia en este proyecto de tesis está dedicada a la comercialización de refacciones de tracto camión y remolque en México y sur de Texas en Estados Unidos de América, cuenta con más de 30 años en el mercado, ha pasado por varias administraciones. Su infraestructura es de 18 sucursales y 2 centros de distribución, la fuente de suministro se encuentra en Asia, Estados Unidos de América,

Canadá y proveedores Nacionales.

Actualmente cuenta con un problema de exceso de inventario en ciertos códigos y faltantes en otros, lo cual ocasiona que la venta perdidas por no contar con el producto en los puntos de venta. Esto afecta directamente al cumplimiento de presupuesto de venta y así como la utilidad de la compañía.

El proceso que lleva a cabo la empresa se muestra en la figura 2.1, dicho proceso tiene como base las necesidades que el Gerente de sucursal.

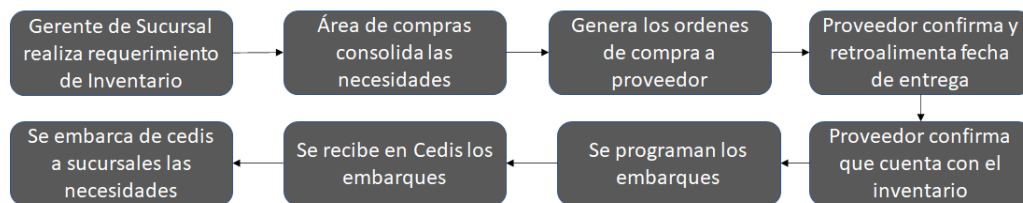


FIGURA 2.1: Flujo general de materiales (elaboración propia)

2.2 CONTROL DE INVENTARIOS

El objetivo de implementar un control de inventarios en las empresas es generar políticas de inventario que ayuden las compañías a contar con inventarios adecuados para cubrir la demanda de los clientes (Salas, 2009) esto no significa que se contar con elevados índices de inventario, se debe de contar con el nivel más bajo de inventario sin afectar el servicio al cliente.

Los modelos de inventario se pueden clasificar de acuerdo con el tipo de la demanda del producto, si la demanda es conocida con certeza se dice que es determinista, si la demanda no se con certeza para un periodo futuro se dice que es probabilística.

También hay factores que hay que tener en cuenta para poder seleccionar un adecuado método de control de inventarios (Salas, 2009), los criterios son los siguien-

tes:

- Tipo de producto, se refiere en si las características del producto.
- Cantidad de producto.
- Con faltantes o pedidos pendientes.
- Métodos de costos fijos o no.
- Tipo de revisión la cual puede ser continua o periódica.
- Horizonte de planeación.
- Tiempo de entrega de proveedor.

Para Vidal Holguín (2010) la demanda constante y conocida no es muy frecuente en el día a día de las empresas, por tal motivo no despierta mucho interés, por tal motivo la demanda probabilística o aleatoria es más compleja, pero es la que más de acerca a la realidad.

Existen distintos tipos de modelos que se podrían utilizar de acuerdo con su demanda, estos modelos cuentan con parámetros para su aplicación de acuerdo con Vidal Holguín (2010):

- Q : Cantidad de Pedido
- s^* : punto de reorden
- L : Tiempo de entrega del proveedor (lead time)
- R : Periodo de reaprovisionamiento
- S : Nivel máximo de posición de inventario a la que se debe de ordenar

El control de inventarios de demanda variable cuenta con dos formas de revisión, la revisión continua y revisión periódica, a continuación en la tabla 2.1 se muestra una comparativa de acuerdo a Vidal Holguín (2010).

Revisión continua	Revisión periódica
Es muy difícil en la práctica coordinar diversos ítems en forma simultánea	Permite coordinar diversos ítems en forma simultánea, lográndose así economías de escala significativas, por ejemplo, cuando se le compran al mismo proveedor
La carga laboral es poco predecible, ya que no se sabe exactamente el instante en que debe ordenarse	Se puede predecir la carga laboral con anticipación a la realización de un pedido, ya que se sabe cuándo va a ocurrir.
La revisión es más costosa que en el sistema periódico, especialmente para ítems de alto movimiento	La revisión es menos costosa que en la revisión continua, ya que, en general, es menos frecuente.
Para ítems de bajo movimiento, el costo de revisión es muy bajo, pero el riesgo de información sobre pérdida y daños es mayor.	Para ítems de bajo movimiento, el costo de revisión es muy alto, pero existe menos riesgo de falta de información sobre pérdidas y daños
Asumiendo un mismo nivel de servicio al cliente, este sistema requiere un menor inventario de seguridad que el sistema de revisión periódica (Protección sobre L).	Asumiendo un mismo nivel de servicio al cliente, este sistema requiere un mayor inventario de seguridad que el sistema de revisión continua (Protección sobre $R + L$).

TABLA 2.1: Comparativa entre revisión continua vs revisión periódica. Vidal Holguín

(2010)

En los sistemas de inventarios para demanda variable existen distintos modelos que se pueden utilizar la gestión de inventarios, en los cuales cuentan con las siguientes variables:

- Q : cantidad a ordenar

- s : punto de reorden
- R : Periodo de revisión para generar un pedido
- L : Tiempo de entrega de mercancía
- S : Nivel máximo a pedir de acuerdo con la posición de inventario

Para que los modelos de control de inventarios funcionen correctamente, se deben de conocer el tipo de demanda con la que cuenta cada producto, ya que en ocasiones la demanda puede ser errática y se complica el control del inventario, de igual forma se tiene que clasificar los mismos productos dependiendo que tan importantes son para la empresa, ya que no se pueden manejar todos de la misma forma.

2.3 TIPOS DE DEMANDA

Un aspecto importante para la gestión de inventarios es la demanda de los productos como mencionamos anteriormente, ya que debemos de conocer la demanda tanto su caracterización como su patrón (Vidal Holguín, 2010).

La caracterización se refiere a que si la demanda es independiente o dependiente; la demanda independiente es genera por los clientes de la empresa donde se compran productos, por lo contrario, la demanda dependiente es la demanda que generar la propia empresa, como ejemplo las materias primas y/o componentes de un producto final.

Con respecto al patrón que puede seguir la demanda de los productos, estas pueden ser las siguientes:

- Perpetua: como se muestra en la ilustración 3, es un patrón que su promedio se mantiene al paso del tiempo, sus picos de ventas como sus valles se encuentran dentro de rangos pequeños.

- Errática: Patrón en el cual su variación es grande tipo picos muy altos y valles de cero unidades de consumo como se muestra en la figura 2.2.
- Estacional: Este patrón sucede cuando el producto reacciona a los meses del año y se espera que se tenga un pico o un valle de demanda, comúnmente son temporadas como ejemplo Navidad, cuaresma, ingreso a clases, etc.; en la ilustración 3 se ejemplifica este tipo de patrón.
- Tendencia: Patrón donde el promedio de la demanda cambia significativamente con el tipo y este puede disminuir o incrementar, ya sea por que es un producto nuevo o un producto que va salida de acuerdo al ciclo de vida del producto.

A continuación, se muestra los diferentes patrones que puede seguir la demanda de un producto:

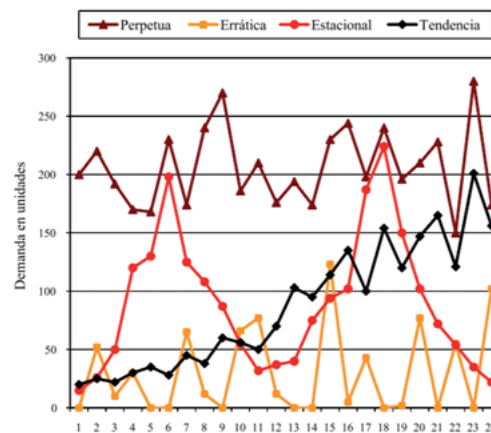


FIGURA 2.2: Tipo de Demanda. Vidal Holguín (2010)

2.3.1 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA

Otro factor importante es la distribución que puedan tener los datos de las ventas, ya que dependiente el comportamiento es la probabilidad de que un evento ocurra, en nuestro caso la utilizamos para calcular el nivel de servicio, la distribución normal es frecuentemente utilizada, ya que se ajusta bien a los fenómenos reales.

Una prueba para determinar si los datos cuentan con dicha distribución es la de Shapiro-Wilk, donde la hipótesis nula nos dice que los datos provienen de una distribución normal y la hipótesis alternativa donde los datos no provienen de una distribución normal.

La distribución de poisson es otro comportamiento que pueden seguir los datos de ventas, comúnmente esta distribución se utiliza cuando los datos tienen probabilidades bajas o sucesos con alta variación.

2.4 GESTIÓN DE INVENTARIOS

2.4.1 CLASIFICACIÓN DE INVENTARIOS

La clasificación de inventario es el proceso mediante cual se segmentan los productos por algún criterio definido, lo cual apoya en establecer prioridades para la administración del control de inventario. En la literatura existen diferentes metodologías como las que se describen las siguientes:

- ABC/XYZ
- FSN
- VED
- HTML
- SDE

2.4.2 CLASIFICACIÓN ABC/XYZ

El sistema de clasificación ABC, sirve para asignar una clasificación a los productos para determinar un adecuado nivel de inventario, también dicha clasificación es llamada la regla del 80-20, dicha clasificación fue basada en la teoría de Pareto, donde nos menciona que el 80 % de los problemas se debe al 20 % de las causas.

En las empresas donde se aplica esta clasificación lo general es que para los productos A son los que tienen un valor alto, B valor medio y los C son de valor bajo, esta regla comúnmente sigue los siguientes porcentajes:

Clasificación	Criterio
A	Son el 20 % de los productos representan el 80 % de las ventas.
B	Son el 30 % que representan el 15 % de las ventas.
C	El resto de los productos que representan el 50 % comúnmente representan el 5 % de las ventas.

TABLA 2.2: Tabla de criterios para asignar ABC Salas (2009)

Esta clasificación nos ayudará a para definir el grado importancia que se le da al producto, de igual forma se puede definir el nivel de servicio y el stock de seguridad del producto.

El análisis XYZ generalmente se utiliza para asignar una clasificación a los productos de acuerdo su patrón de demanda. Como menciona Corea et al. (2018) esta clasificación junto con la ABC nos sirve desarrollar una estrategia para el control de inventarios mediante la definición de grupos de artículos y aplicar una política de acuerdo a esto.

Para realizar la clasificación XYZ se tiene que calcular la desviación estándar de

las ventas así como la venta promedio, con estos valores determinamos el coeficiente de variación con la siguiente formula:

$$CV = \frac{DE}{VP}$$

donde:

- *DE* : Desviación estandar en unidades
- *VP* : Venta promedio en unidades

Para la asignación de la clasificación usaremos la siguiente tabla

Clasificación	Criterio
X	Son productos con ventas regular menor al 30 %.
Y	Son productos con variabilidad media entre 30 % y 60 %.
Z	Son productos con variabilidad alta mayor al 60 %.

TABLA 2.3: Tabla de criterios para asignar XYZ (Errasti et al., 2010)

El método ABC/XYZ como se describió previamente considera tanto el importe de venta como la variación, esta ultima es de gran utilidad para un correcto control de inventario debido que se puede hacer un calculo adecuado de la demanda esperada así como el inventario de seguridad esperado.

2.4.3 METODO FSN

De acuerdo con Ketkar and Vaidya (2014) el método FSN (por sus siglas en ingles Fast, Slow and Non-moving) consiste en clasificar los productos de acuerdo a

la frecuencia de consumo, se clasifican como Fast a los productos los cuales cuentan con consumo semanal, los productos que tengan movimiento en una semana dentro de 3 meses se consideran como Slow y los que no tengan movimiento en más de 3 meses se consideran como Non-moving.

Mitra et al. (2015) menciona en su artículo otra forma de calcular la clasificación FSN, donde se considera las vueltas de inventario, donde mayor a 3 vueltas se considera como F, entre 1 a 3 vueltas se considera S y menor a 1 vuelta es N, en seguida se muestra la fórmula para calcular las vueltas de inventario:

$$TR = \frac{C}{IP}$$

Donde:

- TR : Vueltas de inventario
- C : Consumo anual en unidades
- IP : Inventario promedio

Este método tiene sus desventajas debido a que en las 2 formas de cálculo de acuerdo a los autores se base únicamente en el consumo, no toma en cuenta el valor del producto ya que este rubro es importante para la empresa y con respecto a la vueltas de inventario se toma el inventario promedio y este puede tener sesgo debido que toma una foto del inventario al inicio y al final esto hace que no considere los meses transcurridos dentro del año, más aun la empresa al fin de año disminuye su inventario por estrategias de cierre haciendo más grande este sesgo.

2.4.4 MÉTODO VED

El método VED (por sus siglas Vital, Essential and Desirable) clasifica el inventario de acuerdo con Stoll et al. (2015) en productos vitales, esenciales y deseables,

para desarrollar esta clasificación este método necesita la selección de criterios que pueden desarrollar esta clasificación.

En la empresa se cuenta con más de 7,000 productos los cuales pueden tener diferente comportamiento en algún mes específico del año, lo cual hace complicado llevar el mantenimiento este método.

2.4.5 MÉTODO HML

Madgi and Vanakudari (2018) nos menciona el método HML (por sus siglas en inglés High, Medium and Low) basada en el precio del producto, donde H son los productos costosos que representan entre 10 % al 15 %, los M representan entre el 20 % al 25 % y el resto se clasifica como L los cuales son los de bajo costo.

2.4.6 MÉTODO SDE

Ketkar and Vaidya (2014) nos menciona que el método SDE (por sus siglas en inglés Scarce, Difficult and Easy) clasifica el inventario de acuerdo a su lead time, los productos con largos plazos como los productos de importación de Asia donde el lead time es de hasta 12 semanas, los productos D son que tiene en entre 1 a 4 semanas y los E los cuales se pueden conseguir en menos de una semana.

2.5 SISTEMA CONTINUO (s,Q)

Política de inventario donde se solicita la cantidad de pedido Q al momento de llegar a un punto de reorden (s), para esto se debe de considerar el inventario efectivo o posición del inventario (Vidal Holguín, 2010), para calcular dicho inventario se usa la siguiente fórmula:

Inventario efectivo = Inventario en mano + Órdenes de Compra al proveedor
- ordenes de clientes por entregar

Como lo menciona Vidal Holguín (2010) inventario efectivo, o la posición del inventario es fundamental para la gestión de inventario, ya que si no se contempla al 100 % podemos pedir de meno o de más.

Este modelo es de revisión continua, lo cual el tiempo para reponer el inventario dependerá de la demanda y la cantidad a ordenar. Una forma para determinar la cantidad a ordenar es mediante el modelo EOQ (del ingles economic order quantity) cuya formula es la siguiente:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2dK}{h}}$$

Donde las variables son:

- d : es la demanda del producto anual
- K : la cantidad por colocar pedido de un lote de producto
- h : costos por almacenar una unidad

Para implemntar la politica (s,S) se utilizan las siguientes formulas:

Punto de reorden $s = \mu_X + ss$

Donde:

- s : punto de reorden.
- μ_X : venta promedio durante el periodo del lead time.
- ss : inventario de seguridad de acuerdo al nivel de servicio.

Esta política cuando con una desventaja al momento de que la demanda sea variable el sistema siempre solicitara una cantidad Q, lo cual ocasionaría en caer en faltantes.

2.6 SISTEMA CONTINUO (s,S)

En esta política de inventario es similar el modelo (s, Q), con la diferencia de que no se pide una cantidad Q si no la cantidad necesaria para llegar al punto máximo de inventario (Vidal Holguín, 2010).

Comúnmente esta política se conoce como Min-Max, ya que siempre está oscilando dentro de un mínimo que es el punto de reorden y el máximo S. (Vidal Holguín, 2010). La formula para calcular el punto de reorden (s) es la misma que se utiliza en la politica (s,Q), para calcular el nivel maximo de inventario se utiliza la siguiente formula:

Formula nivel máximo de inventario

$$S = s + Q$$

Donde:

- s : Punto reorden.
- Q : Cantidad de pedido.
- S : Nivel máximo de inventario.

2.7 SISTEMA DE REVISIÓN PERIÓDICA (R,S)

En este modelo se hace una revisión cada R periodos y la cantidad a ordenar es a base al inventario efectivo (posición de inventario) y al nivel máximo de inventario S (Vidal Holguín, 2010), el objetivo de esta política es generar un pedido al proveedor cada R periodo que cubra la demanda durante el plazo de entrega del proveedor (lead time) junto con el periodo de revisión.

En la política (R,S) se incluye un parámetro adicional a las políticas vistas, que es el periodo de revisión R, el cual se toma en cuenta tanto para determinar la demanda durante el periodo de entrega del proveedor (lead time), así como determinar la desviación estándar y el nivel servicio al clientes, a continuación se muestran las formulas que se usan para la implementación de esta política:

Formula para determinar la demanda durante el lead time.

$$\mu_X = \mu_D(L + R)$$

Formula para determinar la desviación estándar durante el lead.

$$\sigma_X = \sigma_D\sqrt{L + R}$$

Formula de inventario de seguridad:

$$ss = z\sigma_X$$

Formula periodo de re-aprovisionamiento.

$$R = \frac{Q}{\mu_D}$$

Formula para punto reorden.

$$s = \mu_X + ss$$

Formula nivel máximo de inventario

$$S = s + Q$$

Formula determinar la cantidad de compra.

$$q = S - I$$

donde:

- μ_D : Demanda anual del producto.
- σ_D : Desviación estándar de la demanda anual.

- L : Tiempo de entrega del proveedor (lead time).
- R : Periodo de revisión.
- μ_X : Demanda del producto durante el periodo del lead time y periodo de revisión.
- σ_X : Desviación estándar durante el lead time.
- s : Punto reorden.
- ss : Nivel de servicio.
- Q : Cantidad de pedido.
- z : es la cantidad de desviaciones estándar para proteger un nivel de servicio al cliente.
- S : Nivel maximo de inventario.
- I : Posición del inventario.

Esta política cuenta con ventajas contra las políticas (s,Q) y (s,S) en esta aplicación, ya que la política (R,S) te permite programar las revisiones o los ciclos de pedidos por proveedor, lo cual te ayuda a balancear y asignar los proveedor entre el equipo de trabajo (Planners), también tiene la flexibilidad de hacer un plan integral con los proveedores, ya que definiendo fecha de entregas los proveedores tiene mas posibilidad de hacer los arreglos necesarios para cumplir con los pedidos colocados.

2.8 CONCLUSIONES

Una vez revisado y analizado la información disponible sobre métodos de sistemas de inventarios, se detectó que para la empresa su demanda es variable y depende en algunos casos de la temporalidad, de igual forma se tiene que definir el nivel de

servicio deseado de acuerdo con su importancia con respecto a la venta de la compañía. Por lo anterior se realizará una propuesta de metodología que se explica en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

En este capítulo se explicará la metodología propuesta para aplicar en esta tesis, se harán varias consideraciones para adecuar los modelos de sistemas de control de inventarios más los criterios existentes para crear un modelo integral para la gestión de inventario.

En la figura 3.1 se muestra los pasos a seguir para generar el modelo de gestión de inventarios del proyecto, los cuales se verán a detalle durante este capítulo.

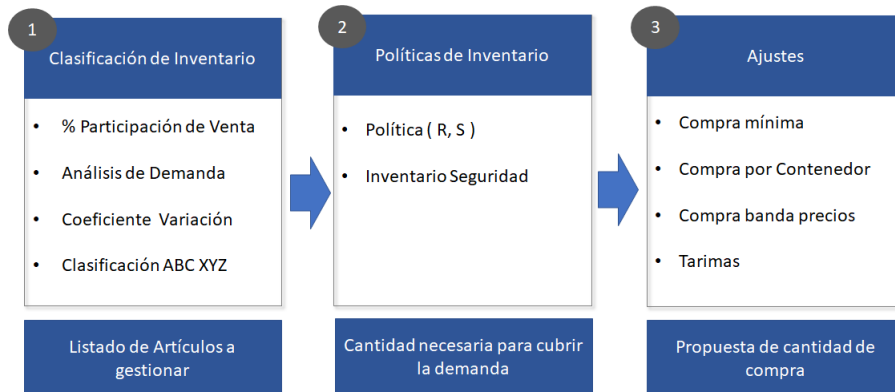


FIGURA 3.1: Método propuesto (elaboración propia)

Este modelo contempla 3 fases, en la fase 1 de Clasificación de Inventario es analizar el comportamiento de la demanda de los productos y con esta la asignación de una clasificación tanto por la importancia que representa el producto conforme a

su importe de venta, como la variabilidad de dicha demanda, fase 2 se le asignara la política de inventario y su nivel de seguridad de adecuado para garantizar el servicio al cliente. En la fase 3 se aplicarán factores de ajustes de acuerdo a condiciones de compra que se tiene para cada producto, donde de redondeara la cantidad sugerida de compra.

3.1 CLASIFICACIÓN DE INVENTARIO

3.1.1 ASIGNACIÓN ABC

La clasificación del inventario es una tarea principal, debido a que nos permite segmentar los productos de acuerdo a su importancia y con esto se puede dar un mejor seguimiento, que nos permite definir y alinear estrategias tanto de abasto como comerciales.

La clasificación ABC clasifica los productos de acuerdo con el porcentaje de que representan sobre el importe de venta, lo cual es una necesidad, donde los productos A son forman el 80% del importe de la venta, los productos B representan 15% y los productos C representa el 5% de las ventas, lo cual ayuda a definir estrategias diferenciadas para cada clasificación con el objetivo de garantizar la disponibilidad del inventario.

Por lo anterior se opto en la asignación clasificación ABC por medio del importe del venta, para hacer esta clasificación se requiere calcular el porcentaje de participación del importe de venta del producto con respecto al importe total de la venta, una vez obtenido esto se calcula el porcentaje acumulado ordenando de mayor a mejor el importe de la venta del producto, una vez hecho esto se hace uso la tabla 2.2, donde se mencionan los porcentajes y la clasificación que le corresponde.

3.1.2 ASIGNACIÓN XYZ

Para la asignación XYZ va enfocada la variabilidad que tiene la demanda, para determinarla se calcula el coeficiente de variación mediante la venta promedio y su desviación estándar, el cálculo se muestra en la revisión de la literatura.

3.2 ASIGNACIÓN DE POLÍTICAS DE INVENTARIO

Una política de inventario es una estrategia que se implementa en una empresa para llevar la gestión del inventario, la cual busca balancear los costos involucrados y garantizar la disponibilidad de productos.

Como revisamos en el capítulo de antecedentes existen varias políticas de inventarios como la política (s,Q) , (s,S) y la (R,S) , cada una tiene sus ventajas y desventajas, y estas se deben de seleccionar de acuerdo a las condiciones del problema.

Para este caso se busca que la política ayude a coordinar las actividades logísticas, ya que debido al alto número de parte que se maneja es necesario contar con un balance de actividades tanto al momento de generar las ordenes de compra a los proveedores como la distribución de productos desde los centros de distribución.

Algunas restricciones que se deben de considerar para la implementación de la gestión de inventarios son:

- Espacio físico para el almacenamiento.
- Días de Inventario presupuestados.
- Negociaciones con los proveedores como el mínimo de compra.
- Restricciones de compra.

Por lo tanto de acuerdo a la revisión de las políticas de inventario existentes para demanda variable y así como las restricciones con las que cuenta la empresa, se optó por la política de revisión periódica (R,S), en la cual se buscara balancear las cargas de trabajo operativas tanto por parte de la empresa como del proveedor.

Dentro de esta política existe una variable de suma importancia que es la demanda a considerar, ya que la variación de los productos puede variar durante los periodos del año se definió una tabla de criterios para determinar el calculo:

Tipo de patrón de demanda	Propuesta de calculo
Perpetua	$d = \text{Promedio móvil de los últimos 6 meses}$
Errática	$d = \text{usar un método de pronostico o presupuesto de venta por parte de comercial}$
Estacional	$d = \text{usar tres meses pasados mas tres meses futuros del año pasado (móviles).}$
Tendencia	Para esto se considerar la venta de los últimos 6 meses, pero se le asignar un peso del 70 % a los últimos 3 meses y un 30 % al resto. $d = ((\text{Mes 1} + \text{Mes 2} + \text{Mes 3}) * .30 + (\text{Mes 4} + \text{Mes 5} + \text{Mes 6}) * .7) / 3$

TABLA 3.1: Tabla de criterios para calcular la demanda(elaboración propia).

En esta tabla propuesta se define la demanda a considerar de acuerdo la variación con la que cuente el productos, el objetivo es tener una demanda que se acerque a la realidad durante el periodo de lead time.

3.3 AJUSTES

Para realizar este paso de los ajuste a la cantidad de compra sugerida, se analizo las restricciones o condiciones particulares con las que cuenta la empresa,

estas restricciones se pueden clasificar en 2 rubos, los cuales son:

Comerciales: son las negociaciones pactadas entre la área de compras y el proveedor, las cuales son:

- Mínimo de compra por proveedor.
- Rango banda de precios.
- Múltiplos de compra.

Logísticas: Con el objetivo de optimizar el costo logístico, existen algunos factores que se pueden utilizar para que el costo por traer los productos, lo cuales son:

- Factores de redondeo a capacidad de empaque
- Factores de redondeo a tarima.

Estas restricciones no se aplican al 100% de los productos, pero es importante tenerlos en cuenta en el modelo, para detectar cualquier afectación ya sea en los niveles de servicio como en los costos involucrados.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo se encontrará el detalle de cómo fue aplicada la metodología propuesta para mejorar el aprovisionamiento de inventario en una empresa de venta de refacciones del sector del autotransporte.

Conforme al modelo propuesto, como primera instancia se revisa el paso 1 y 2, donde se explica por qué se seleccionó la clasificación ABC-XYZ, así mismo la selección de la política de inventarios analizando la variabilidad de la demanda así como las consideraciones sobre la venta promedio de los productos.

4.1 CLASIFICACIÓN DE INVENTARIO

Actualmente la empresa cuenta con una clasificación de inventario ABC no adecuada a las necesidades de la empresa, debido a que dicha clasificación está basada a los criterios de los gerentes de la sucursal, por tal motivo no existe una homologación de los criterios aunado que no cuenta con un soporte estadístico de por qué se les asigna ABC.

Para realizar la clasificación de inventario tomamos como base la revisión de literatura en el capítulo de antecedentes, donde se revisaron las diferentes métodos de clasificación de inventario, donde se seleccionó la clasificación ABC/XYZ la cual

clasifica en ABC por importe de venta y XYZ por la variación de la demanda, con este método se crean 9 categorías de acuerdo con su importancia de venta y así como su variabilidad.

En la siguiente tabla 4.1 se muestra la clasificación que se realizó de acuerdo al análisis del comportamiento de la demanda, en dicha tabla se agregó el nivel de servicio deseado por la empresa, como lo importante para este caso es la venta en importe se está asignando un nivel del 95 % a los productos que son representativos para la venta (A), también se agrega una estrategia propuesta para la gestión del inventario, para los productos clasificados AX y AY se propone comprar para contar con stock.

Clasificación ABC	Clasificación XYZ	Nivel Servicio	Estrategía
A	X	95 %	Comprar para hacer stock
A	Y	95 %	Comprar para hacer stock
A	Z	95 %	Comprar bajo pedido
B	X	90 %	Comprar para hacer stock
B	Y	90 %	Comprar para hacer stock
B	Z	90 %	Comprar bajo pedido
C	X	85 %	Comprar para hacer stock
C	Y	85 %	Comprar para hacer stock
C	Z	85 %	Realizar análisis comercial

TABLA 4.1: Tabla de criterios para asignar ABC-XYZ(elaboración propia)

Realizando este cálculo de calificación ABC/XYZ para los productos vendidos en un periodo de 12 meses, se generó la tabla 4.2, donde se analizó el comportamiento de los productos y se definió para cada combinación de clasificación ABC-XYZ el nivel de servicio deseado y así como una estrategia de abastecimiento de dicha clasificación.

Clasificación ABC	Clasificación XYZ	Nivel Servicio	Productos
A	X	95 %	34
A	Y	95 %	69
A	Z	95 %	97
B	X	90 %	373
B	Y	90 %	100
B	Z	90 %	129
C	X	85 %	393
C	Y	85 %	427
C	Z	85 %	3,227

TABLA 4.2: Tabla de resultados de la clasificación ABC-XYZ(elaboración propia)

Como se muestra en la tabla 4.2, los productos con las clasificaciones AX,AY y AZ es la cantidad de 200, los cuales se les asignado un nivel de servicio deseado de 95% que representan el 80% de las ventas de la empresa y son los que se busca contar con disponibilidad en esta fase de la investigación.

Para confirmar que las ventas de los productos clasificados como A siguen una distribución normal se realizo la prueba de Shapiro-Wilk mediante el uso del software R donde se tuvo la siguiente grafica.

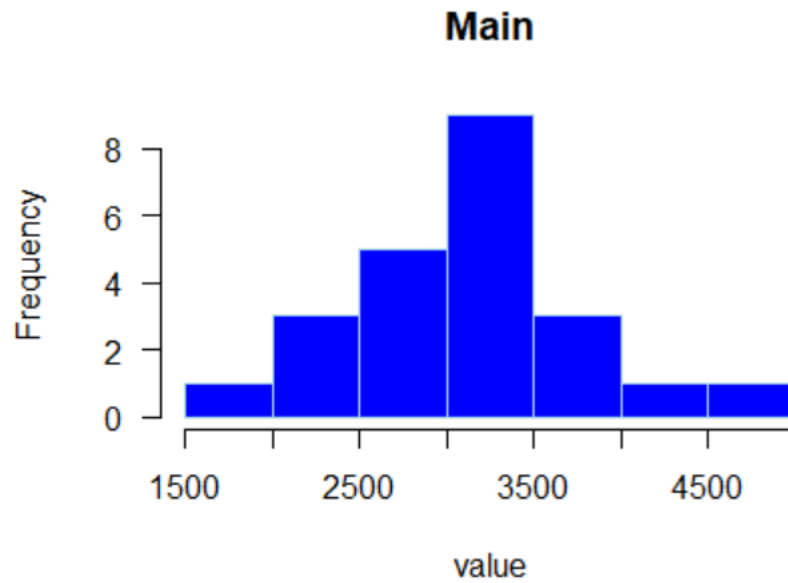


FIGURA 4.1: Histograma de la demanda producto AX (elaboración propia)

Los comandos para ejecutar esta prueba en R son:

```
x <- c(1616, 2367, 2469, 2473, 2505, 2556, 2659, 2933, 2997, 3006, 3033, 3074, 3094, 3112, 3308,  
shapiro.test(x)
```

El resultado de la prueba es:

H_0 : Los datos provienen de una distribución normal.

H_1 : Los datos no provienen de una distribución normal.

$p - value = 0.8526$

Debido a que p-value es mayor a 0.05 se acepta la hipótesis nula y se confirma que los valores provienen de una distribución normal.

4.2 ASIGNACIÓN DE POLÍTICA DE INVENTARIOS

Una política de inventario es una estrategia que sigue una empresa para controlar los niveles de inventario, esta estrategia busca optimizar los costos involucrados tanto para comprar o adquirir dicho inventario y los costos por almacenamiento, también se busca garantizar una disponibilidad de producto a los clientes.

De acuerdo con las métodos establecidas y las necesidades de la empresa, la política de inventario seleccionada es la de revisión periódica (R,S) , esta política nos ayuda a coordinar las cargas de trabajo en los centros de distribución y lograr un balanceo de recibo adecuado a la empresa.

Dos variables importantes para considerar en esta política son: (1) los periodos de revisión y (2) así como la demanda a utilizar. Donde el periodo de revisión es cada cuando se hacen los pedidos a los proveedores y la parte de la demanda es la cantidad unidades que se espera tener en los periodos durante el lead time, en las siguientes subsecciones.

4.2.1 DETERMINAR PERIODO DE REVISIÓN

Debido a la cantidad de los productos con los que la empresa comercializa y a los lead time que tienen los proveedores, se analizó y se elaboró la tabla 4.3 en la cual estandariza los periodos de revisión, con el objetivo inicial de coordinar las tareas de recibo y embarque.

Lead Time	Periodo de Revisión
Mayor 30 días	30 días (mensual)
Entre 15 y 29 días	14 días (cada 2 semanas)
Menor a 15 días	7 días (semanal)

TABLA 4.3: Tabla de criterios para asignar periodo de revisión(elaboración propia).

Dado que la empresa tiene su principal fuente de suministro en Asia y Estados Unidos de América, los periodos de revisión serian cada mes para productos provenientes de Asia dado que tienen un lead time de 90 días y de 2 semanas para productos de EUA, como resultado de aplicación de esta estos criterios nos da como resultado:

Tipo lead time	Proveedores
Largo mayor 90 días (12 semanas)	14
Medio 6 a 8 semanas	2
Menor o igual 4 semanas	35

TABLA 4.4: Tabla de resultado de periodo de revisión(elaboración propia).

Los proveedores de largo lead time son proveedores de Asia, los cuales representan entre un 40 % a 50 % de las ventas de la empresa y en volumen de mercancía representa entre un 70 % a un 80 %, por tal motivo es de suma importancia coordinar tanto la compra como la logística de estos proveedores.

4.2.2 DETERMINACIÓN LA DEMANDA

Como se menciona una variable importante para considerar en la política de inventario es la demanda que se requiere cubrir durante el periodo del lead time,

que es el tiempo donde se puede caer en faltantes, la demanda de para la política se calcula de la siguiente manera:

$$\mu_X = \mu_D * (R + L)$$

donde:

- μ_D : Demanda anual del producto
- L : Tiempo de entrega de proveedores (lead time).
- R : Periodo de re-aprovisionamiento.
- μ_X : Demanda durante el periodo de lead time y re-aprovisionamiento.

Como se podrá observar la fórmula para calcular la demanda durante el lead time se considera a partir de la demanda anual, por cual esta fórmula considera que el comportamiento de todos los meses son similares, y para el caso de esta empresa puede variar de acuerdo al mes del año, por lo tanto se realizó un análisis para diferenciar de acuerdo a su variabilidad y su comportamiento durante el año, por lo cual se generó la tabla 4.5.

Tipo de patrón de demanda	Propuesta de calculo
Perpetua	d = Promedio móvil de los últimos 6 meses
Errática	d = usar un método de pronostico o presupuesto de venta por parte de comercial
Estacional	d = usar tres meses pasados mas tres meses futuros del año pasado (móviles).
Tendencia	Para esto se considerar la venta de los últimos 6 meses, pero se le asignar un peso del 70 % a los últimos 3 meses y un 30 % al resto. $d = ((\text{Mes 1} + \text{Mes 2} + \text{Mes 3}) * .30 + (\text{Mes 4} + \text{Mes 5} + \text{Mes 6}) * .7) / 3$

TABLA 4.5: Tabla de criterios para calcular la demanda(elaboración propia).

El calculo de la demanda se considera en las clasificaciones ABC/XYZ con el objetivo de poder predecir la demanda futura de los productos.

4.2.3 COMPORTAMIENTO DE LOS PRODUCTOS A

En esta sección se revisa el resultado de la aplicación del método propuesto mediante gráficas donde se muestra el comportamiento de la demanda, inventario seguridad, demanda promedio y el nivel máximo de inventario en un producto de clasificado como A.

En la gráfica 4.2 se muestra el nivel de inventario máximo contra la venta del producto, como se podrá observar, el limite máximo de inventario cubre la demanda esperada.

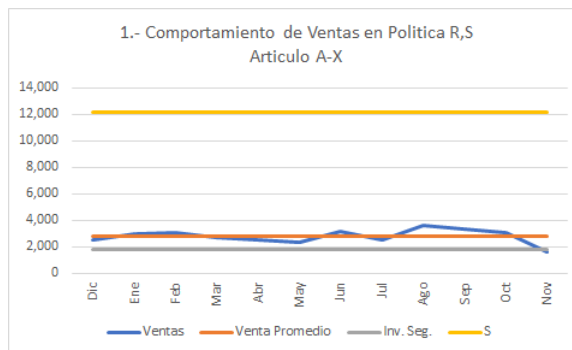


FIGURA 4.2: Comportamiento del nivel máximo de inventario (elaboración propia)

En la gráfica 4.3 se muestra un producto con la clasificación A-X donde se muestra el comportamiento del inventario de seguridad, el cual dependerá de que tan estable se presente la demanda.

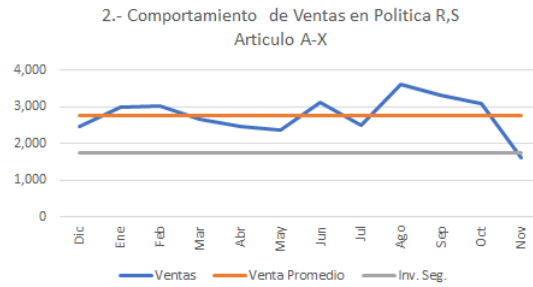


FIGURA 4.3: Comporatmiento de venta vs su promedio (elaboración propia)

Por último en la gráfica 4.4 se muestra el comportamiento de los meses de inventario, se representa los meses de inventario total con los que contara el producto, esto debido a que el lead time es de 3 meses; donde se representa el inventario con el que se contara en las instalaciones de la empresa.

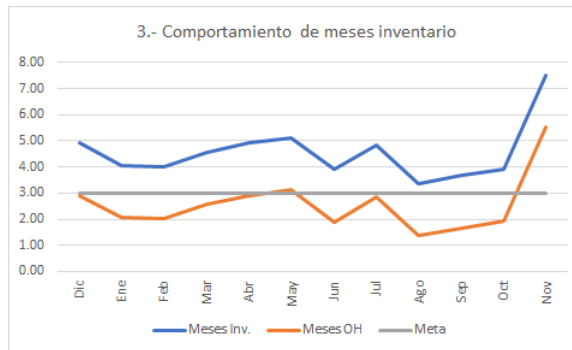


FIGURA 4.4: Comporatmiento meses inventario promedio (elaboración propia)

Al realizar el cálculo para el resto los productos clasificados como importantes (A), los que representan el 80 % del importe de venta, se obtiene como resultado la tabla 4.6 en la cual se muestra las siguientes columnas:

- Producto.
- Venta promedio mensual.
- Desviación estandar.

- Nivel de servicio deseado.
- Valor z
- Periodo de revisión.
- Lead time (tiempo de entrega del proveedor).
- Desviación estandar durante el periodo del lead time.
- Demanda durante el lead time.
- Inventario de seguridad asignado.
- s Punto de reorden
- q Cantidad de pedido
- S nivel maximo de inventario

Producto	Venta Prom Mensual (μ_D)	Desv Std (σ_D)	Nivel de Servicio	Z	R (Semanas)	LT (Semanas)	σ_X	μ_X	Inv. Seg (SS)	s	q	S
1	2,769.92	529.70	95 %	1.64	4	12	1,059.41	11,079.67	1,743	12,822	2,770	15,592
2	1,975.00	497.32	95 %	1.64	2	8	786.33	4,937.50	106	817	178	995
3	953.08	217.86	95 %	1.64	2	8	344.47	2,382.71	75	399	81	480
4	641.33	166.38	95 %	1.64	2	8	263.07	1,603.33	433	2,036	321	2,357
5	493.08	135.00	95 %	1.64	1	2	116.92	369.81	274	1,268	199	1,467
6	397.75	105.18	95 %	1.64	2	8	166.30	994.38	41	232	38	270
7	328.25	69.92	95 %	1.64	2	8	110.55	820.63	65	277	43	320
8	325.33	81.33	95 %	1.64	4	12	162.65	1,301.33	567	2,949	477	3,426
9	311.33	80.63	95 %	1.64	2	8	127.49	778.33	268	1,569	325	1,894
10	255.42	64.56	95 %	1.64	1	2	55.91	191.56	1,293	6,231	988	7,218
11	203.17	60.81	95 %	1.64	2	8	96.16	507.92	28	122	19	141
12	199.50	42.79	95 %	1.64	1	2	37.06	149.63	26	76	17	93
13	187.00	55.80	95 %	1.64	2	8	88.23	467.50	14	61	9	70
14	179.58	49.95	95 %	1.64	4	12	99.91	718.33	145	613	94	706
15	177.92	32.10	95 %	1.64	4	12	64.20	711.67	18	108	23	131
16	157.42	39.81	95 %	1.64	1	2	34.48	118.06	92	284	64	347
17	155.08	41.59	95 %	1.64	4	12	83.17	620.33	56	158	34	192
18	153.42	32.59	95 %	1.64	2	8	51.52	383.54	137	757	155	912
19	136.00	39.25	95 %	1.64	1	2	33.99	102.00	22	106	17	123
20	113.17	23.41	95 %	1.64	2	8	37.01	282.92	85	468	77	545

TABLA 4.6: Tabla de resultado de nivel máximo inventario(elaboración propia).

4.2.4 CALCULO DE CANTIDAD DE COMPRA

En esta sección se presenta el calculo de cantidad a comprar tomando como base el nivel máximo de inventario asignado de acuerdo a la política, como primer paso se calcula la posición de inventario actual mediante la siguiente formula:

$$I = OH + OO$$

Donde:

- I : Posición de Inventario.
- OH : Inventario que se encuentran físicamente en las instalaciones de la empresa.
- OO : Inventario en ordenes de compra que tiene el proveedor por entregar.

4.2.5 AJUSTES DE CANTIDAD A COMPRAR

Una vez calculada la cantidad necesaria para la compra de acuerdo al sección anterior, el siguiente paso es determinar la cantidad a comprar de acuerdo las restricciones actuales de la empresa, las cuales se presentan a continuación.

4.2.6 CONTENEDOR

Existen alrededor de 15 productos que cuentan con un acuerdo comercial donde la cantidad de compra debe ser en múltiplos de contenedores, para esta consideración se tiene una regla de negocio en el cual si la cantidad no es múltiplo se aplica la siguiente formula:

$$\%OC = \frac{q}{CC}100$$

Donde:

- $\%OC$: Porcentaje de ocupación del contenedor de acuerdo a la cantidad a comprar y la cantidad de piezas que caben en un contenedor.
- q : Cantidad a comprar
- CC : Cantidad de piezas que pueden ingresar en un contenedor.

4.2.7 TARIMA Y/O CAPACIDAD DE EMPAQUE

De igual forma para el caso de la compra por contenedor, se cuenta con la compra por tarima o capacidad de empaque, la cual denominaremos compra por múltiplos, donde el proveedor surte por tarima completa o por cajas cerradas (múltiplos), para determinar si se compra por estas unidades se usa la siguiente formula:

$$\%M = \frac{q}{m} 100$$

Donde:

- $\%M$: porcentaje que representa la cantidad a comprar de la cantidad del múltiplo.
- q : cantidad a comprar
- m : cantidad de piezas del múltiplo.

Con la implementación de este modelo de reaprovisionamiento se logró identificar los productos clave para la venta de la empresa, una vez hecho esto se implementa una política de inventario adecuada que garantice la disponibilidad y a su vez se logra coordinar las tareas de compra y distribución de los productos.

En la definición de la política se crearon frecuencias de pedidos de acuerdo a los proveedores y sus volúmenes, que ayuda a que no existan cuellos de botella en la operación y disminuye los faltantes en las sucursales.

Como se puede observar en la gráfica 4.5 hay una mejora en la disminución de faltantes, el proceso está en fase de maduración, el objetivo es que se implemente al 100 % en todos los productos de la empresa.



FIGURA 4.5: Gráfica de faltantes Enero - Agosto 2020 (elaboración propia)

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

La empresa donde se desarrolló este proyecto se detectó que cuenta con una situación de faltantes y excedentes lo cual está ocasionando perdidas de ventas, debido que no se cuenta con modelo de reaprovisionamiento que garantice la disponibilidad de producto, así como los niveles adecuados de inventario.

Realizando la investigación de las metodologías existentes, se define un modelo propuesto donde primero se clasifica el inventario mediante ABC/XYZ, dicha técnica nos ayuda a segmentar los productos para definir una estrategia de gestión de inventario, posteriormente se seleccionó la política (R,S) la cual cubre con las necesidades de la empresa de poder gestionar o coordinar las actividades tanto de la compra como las actividades internas para la distribución, por último se agrega las restricciones actuales con las que cuenta la empresa como las negociaciones que se tienen con los proveedores.

Una vez mencionado lo anterior en este capítulo se presentan las conclusiones una vez implementado este proyecto, de igual forma las recomendaciones pertinentes para mantener en el tiempo este modelo de reaprovisionamiento. De acuerdo con el objetivo planteado de crear un modelo de reaprovisionamiento que garantice la disponibilidad de los productos importantes de la venta, se puede concluir de manera satisfactoria tras la finalización de la investigación y aplicación del caso, como se

observó en el capítulo de análisis y resultados la implementación está dando como resultados tangibles como intangibles, la tendencia de los faltantes va hacia la baja, el objetivo es que se siga esta metodología para implementar al 100 % de los productos.

Como bien se sabe que no se puede garantizar la disponibilidad al 100 % del catálogo de productos, ya que la inversión económica para esto estaría fuera de presupuesto de la empresa, por tal motivo se asignó la clasificación ABC/XYZ para clasificar los productos con respecto al porcentaje de venta, lo cual garantiza una inversión óptima, ya que busca contar con el inventario que forma el 80 % del importe de la venta, aunado se propone una estrategia de compra de acuerdo a dicha clasificación, lo cual ayudaría a tener inventario de lo que se vende y contar con el servicio de traer el producto conforme el cliente lo requiera.

Un punto importante en un modelo de reaprovisionamiento es la demanda esperada, aquí se propuso un método para considerar la demanda, la cual está influenciada a la variación con la que cuenta el producto en la sucursal.

Otro punto importante es considerar las negociaciones actuales que tiene la empresa, ya que para poder comprar algunos productos se debe de considerar mínimo de compra o múltiplos, ya que los productos se pueden comprar a nivel contenedor y a capacidad de empaque. También se debe considerar los costos logísticos que se incurre, por tal motivo se incluyó en el modelo propuesto.

5.1 CONTRIBUCIÓN A LA CADENA DE SUMINISTRO

Algunas contribuciones que pueden destacar en este proyecto, es la forma de analizar tanto la literatura existente con base a la operación de la empresa, cabe mencionar que el sector de las refacciones del autotransporte tiene alta variabilidad en la demanda, por tal motivo se recomienda hacer consideraciones tanto en la clasificación de los productos y desarrollar criterios para seleccionar la política de inventario.

5.2 LINEAS DE CONTINUIDAD

Para optimizar el modelo, se seguirá trabajando en el mismo para lograr un método con el cual se busca cubrir más operaciones de negocio, para esto se enumeran las líneas siguientes:

- Agregar pronósticos de la demanda a las políticas de inventario.
- Realizar proceso para determinar la demanda calificada
- Agregar mecanismos para detección de factores que influyan en la demanda
- Implementar la metodología IQR para mejorar la calidad del Inventario
- Incorporar técnicas para determinar si los productos provenientes de Asia se redondean en contenedores o se envían en contenedores parciales.
- Proponer ajustes en las negociaciones con los proveedores

BIBLIOGRAFÍA

- Corea, J. C., Camejo, J. D., Espinoza, O. F., and Gutiérrez, H. L. (2018). Política de inventarios máximos y mínimos en cadenas de suministro multinivel. caso de estudio: una empresa de distribución farmacéutica (artículo profesional). *Nexo Revista Científica*, 31(2):144–156.
- Errasti, A., Chackelson, C., and Santos, J. (2010). Sistema experto de mejora de la gestión de inventarios soportado en métodos de previsión de demanda: Estudio de caso. In *4th International Conference On Industrial Engineering and Industrial Management*, pages 1830–1838.
- Ketkar, M. and Vaidya, O. S. (2014). Developing ordering policy based on multiple inventory classification schemes. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 133:180–188.
- Madgi, R. J. and Vanakudari, S. U. (2018). Inventory control techniques in material management.
- Mitra, S., Reddy, M. S., and Prince, K. (2015). Inventory control using fsn analysis—a case study on a manufacturing industry. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, 2(4):322–325.
- Salas, H. G. (2009). *Inventarios manejo y control*. Ecoe Ediciones.
- Stoll, J., Kopf, R., Schneider, J., and Lanza, G. (2015). Criticality analysis of spare parts management: a multi-criteria classification regarding a cross-plant central warehouse strategy. *Production Engineering*, 9(2):225–235.

Vidal Holguín, C. J. (2010). *Fundamentos de control y gestión de inventarios*. Programa Editorial UNIVALLE.