



Departamento de Posgrados

MODELO DE CONTROL Y GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA LA FERRETERIA “CEHIMACO”

**Magíster en Producción y Operaciones Industriales, Mención Logística y Cadena
de Suministro**

Autor: María José Correa González

Director: José Iván Rodrigo Coronel

Cuenca, Ecuador

2022

AGRADECIMIENTOS

A mis padres ya que sin el apoyo de ellos no era posible alcanzar esta meta, a mi esposo que con su ejemplo sembró en mí las ganas de superarme cada día dando lo mejor que tengo.

A mis amigos y profesores que me apoyaron desde el primer momento.

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la ferretería “Cehimaco” con más de 20 años de trayectoria, que presentaba problemas en sus inventarios y su baja rentabilidad. El objetivo fue desarrollar un modelo de control y gestión de inventarios que cubra las necesidades de la empresa, brindando un mejor servicio a los clientes. Se aplicó una metodología de tipo investigación-acción y carácter cuantitativo, que se basó en un estudio de caso, en el cual se realizó la exploración de diferentes herramientas para gestión de inventarios, utilizando instrumentos que permitieron disminuir los costos de los inventarios de la empresa y monitorear de manera apropiada los productos que se mantienen en stock. Se obtuvo como resultado un modelo de control y gestión de inventarios adecuado para la organización, alcanzando así el objetivo del estudio y dotando a la empresa de un importante y muy útil mecanismo de gestión, aplicable de manera inmediata y que le permitirá además realizar a futuro un manejo óptimo de sus inventarios y minimizar sus pérdidas.

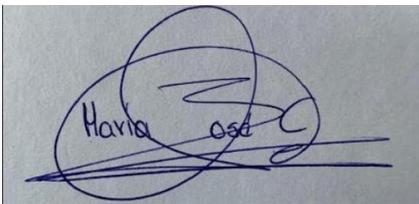
Palabras Clave: Inventarios, modelo de control y gestión.

ABSTRACT

The present study was developed in the "Cehimaco" hardware store, which has more than 20 years of experience, and presented problems in its inventories and its low profitability. The objective was to develop an inventory control and management model that meets the needs of the company, providing a better service to customers. An action-research and quantitative methodology was applied, which was based on a case study, in which the exploration of different tools for inventory management was carried out, using instruments that allowed to reduce the costs of the company's inventories, and appropriately monitor the products that are kept in stock. As a result, an inventory control and management model suitable for the organization was obtained, thus achieving the objective of the study and providing the company with an important and very useful management mechanism, applicable immediately and that will also allow it to carry out optimal management of its inventories in the future and minimize its losses.

Keywords: Inventories, control and management model.

Translated by:

A photograph of a handwritten signature in blue ink on a light-colored surface. The signature is written in a cursive style and includes the name 'María José'.A blue ink stamp from the Department of Languages (Dpto. Idiomas). It features a central emblem with a crown and two figures, and the text 'Dpto. Idiomas' at the bottom. A signature is written over the stamp.

María José Correa González

Author

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN.....	6
II.	REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	7
III.	METODOLOGÍA.....	10
IV.	RESULTADOS.....	13
V.	CONCLUSIONES.....	16
VI.	RECOMENDACIONES.....	16
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	18

Índice de Tablas

Tabla 1.	Resultados de Proyecciones Almacén Principal.....	14
Tabla 2.	Resultados de Proyecciones Almacén 2.....	14
Tabla 3.	Resultados de Proyecciones Bodega 3.....	14
Tabla 4.	Resultados del Modelo de Control y Gestión “EOQ”.....	15

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1.	Fases para MPE según Harrington.....	7
Ilustración 2.	Metodología de Gestión de Inventarios para determinar niveles de integración y colaboración.....	8
Ilustración 3.	Lista de mediciones para pronósticos de inventarios.....	10
Ilustración 4.	Estrategias para ítems de tipo “A”, “B”, “C”.....	11
Ilustración 5.	Productos “A” Almacén Principal.....	13
Ilustración 6.	Productos “A” Almacén 2.....	13
Ilustración 7.	Productos “A” Bodega 3.....	13
Ilustración 8.	Porcentajes de materiales por Almacén.....	14

I. INTRODUCCIÓN

Gestionar inventarios es de gran importancia, tanto en las grandes como en las pequeñas organizaciones; esto se debe a que representan una proporción significativa de sus activos (Durán, 2012). Al representar significativamente los activos de las organizaciones, necesitan ser administrados y controlados de una manera efectiva para satisfacer al cliente y a su vez controlar los costos de la organización.

El modelo de control y gestión de inventarios es un aspecto complejo de lograr, por cuanto las empresas enfrentan permanentemente dificultades para alcanzar un stock equilibrado, y en muchas de las ocasiones se limitan a los conocimientos y habilidades de los nuevos administradores. (Samaniego, 2019).

En estudios internacionales se ha logrado demostrar que se puede bajar de manera significativa el costo de manejo del inventario al mejorar el control y la gestión del mismo; existen artículos en los que se demuestra que se logró bajar hasta un 20% el costo del inventario (López Rodríguez & Galarreta Oliveros, 2018).

Para realizar el proceso de gestión de inventarios se requiere información sobre las demandas esperadas, la cantidad de inventario disponible, el proceso de pedido y almacenamiento de los materiales, y la información de cómo se está manejando las cantidades de reorden (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2018). Esta información es necesaria para satisfacer las necesidades de la organización frente a la competencia y al cliente.

Si bien todas las empresas requieren un adecuado modelo de control y gestión de inventarios, en las ferreterías este modelo es más crítico, ya que corresponden a un tipo de empresas que, por sus características particulares, entre las cuales está la cantidad de activos que se encuentran en su inventario, requieren un mayor control de los mismos (Pérez Hualtibamba & Wong Aitken, 2018). Por la razón antes mencionada y porque las ferreterías, al ser consideradas comercializadoras en las cuales no se ganan grandes proporciones de dinero en función de la variedad de ítems, no se realizan comúnmente investigaciones específicas de gestión de inventarios en este tipo de organizaciones.

En este contexto, el presente estudio de caso consideró una empresa de ferretería llamada "Cehimaco", que tiene gran afluencia de clientes y evidencia problemas en la gestión de su inventario. La cuestión de interés radica en que las existencias físicas no son las mismas que las existencias del sistema informático, y al no tener un buen control físico, se registran pérdidas de materiales que son costosos. Este problema genera inconvenientes de carácter administrativo, operacional, y lo más importante para la empresa, la implicancia en el aspecto financiero y en la satisfacción de los clientes.

Para mitigar esta problemática el objetivo de este estudio fue plantear un modelo de control y gestión de inventarios que contribuya a la mejora continua de la empresa.

El modelo que se propone incluye un procedimiento metodológico, cuya secuencia es la siguiente: Aplicación de la metodología ABC, planificación del inventario basada en los pronósticos de demanda y creación de modelo de gestión de inventarios para desarrollar herramientas de control. El propósito es la obtención de ventajas competitivas y resultados exitosos en el funcionamiento de la organización.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Los inventarios son los activos principales de las empresas, en los que se detalla de forma ordenada los contenidos de los bienes que las organizaciones tienen en sus instalaciones. Los inventarios pueden estar destinados a la venta, formando parte de la actividad principal de la empresa y sus operaciones comerciales, mientras que otros inventarios recogen los bienes que forman parte de los activos de la empresa, siendo parte de sus cuentas anuales (Cruz Fernández, 2017).

El control y gestión de inventarios radica en confirmar o verificar el tipo de existencias que dispone la empresa, mediante un recuento físico de estas, con el fin de poder controlarlas, haciendo posible que las existencias físicas sean iguales a las existencias de la base de datos utilizada (Meana Coalla, 2017). De esta manera se puede evitar los problemas principales que son las pérdidas de inventario o los faltantes del mismo. El control interno de inventarios en almacenes se apoya en dos conceptos básicos: El principio de la documentación y la necesidad de auditar los inventarios (Anaya Tejero J.J., 2011)

Es frecuente escuchar que grandes y pequeñas empresas tienen grandes problemas en la gestión y control de sus inventarios, el inconveniente radica en que se tiene mucha cantidad de producto que no se vende o faltantes del producto que se ha vendido, además de problemas de pérdidas de productos, como es el caso de la empresa que se está analizando. Las causas fundamentales que originan la necesidad de mantenimiento de inventarios, en cualquier empresa, son las fluctuaciones aleatorias de la demanda y de los tiempos de reposición. (Vidal Holguin C, 2017).

En un importante artículo de gestión de inventarios se menciona que se deben tener en cuenta todos los elementos de la organización y la gestión que inciden en el comportamiento y la efectividad del inventario, partiendo de que, lo que se busca como resultado es alta disponibilidad y alta rotación (Lopes Martínez & Gómez Acosta, 2014).

La importancia de gestionar un inventario radica en evitar pérdidas costosas para la organización. Una correcta gestión nos permite: tener localizadas nuestras existencias, conocer el valor

total de los activos del inventario, ayudar a conocer los productos que tienen más rotación, apoyar en la toma de decisiones, disponer de información en tiempo real de lo que contiene el almacén (Meana Coalla, 2017). Disponer de una función de aprovisionamiento y distribución ayuda a una empresa a que pueda realizar una correcta gestión y control de inventarios.

Dentro de la gestión de inventarios se habla de la filosofía *Just in Time* y según el enfoque de Harrington Emerson, quien fue un ingeniero y consultor de gestión, existen cinco fases para el mejoramiento de los procesos de la empresa. Estas fases se encuentran en la Ilustración 1:



Ilustración 1 Fases para el MPE según Harrington

Fuente: EAFIT, Mejoramiento en la gestión de inventarios (2012)

La metodología de la Ilustración 1 ayuda a identificar el proceso crítico dentro del cual se puede encontrar oportunidades de mejora y realizar planes de acción para mejora del mismo. También el artículo en mención propone el uso de indicadores para dar seguimiento y control al proceso que haya sido señalado como crítico (Pinzón Guevara, Pérez Ortega, & Arango Serna, 2012).

Por otro lado, en un artículo de la revista *Ingeniare* se considera que la gestión de inventarios tiene el objetivo general de garantizar de manera oportuna la disponibilidad de los materiales en las condiciones deseadas y en el lugar correcto. En este trabajo se tomaron en cuenta distintas referencias para decidir hacer una gestión de inventarios mediante la metodología de cinco pasos que establece esta revista, y que se presenta en la Ilustración 2:

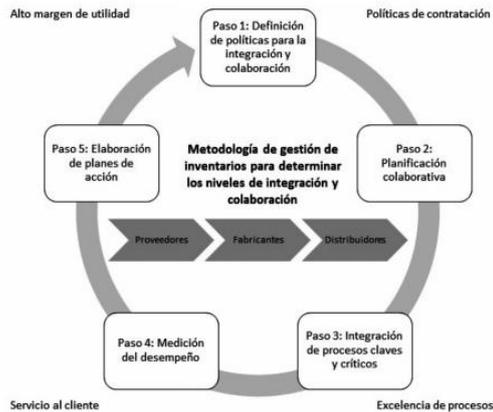


Ilustración 2: Metodología de Gestión de Inventarios para determinar los niveles de integración y colaboración.

Fuente: Ingeniare. Revista chilena de ingeniería (2017)

Esta metodología propone básicamente amplificar los beneficios que se obtendrían de la integración y colaboración, como la disminución del efecto látigo, la supresión de cuellos de botella, la mejora de la imagen de las empresas, el aumento de la satisfacción del cliente, el aumento de la tasa de cumplimiento de pedidos, el aumento de la productividad, la disminución de costos por los excesos de inventarios, entre otros (Salas Navarro , Maiguel Mejia , & Acevedo Chedid , 2017).

Es importante recalcar que el manejo de inventarios implica tener un equilibrio entre la disponibilidad del producto y los costos de suministrar un nivel determinado de disponibilidad del mismo. Lo que se busca es minimizar los costos relacionados con el inventario para cada nivel de servicio. (Giani, 2015).

Existen costos de mantener inventario y costos por faltantes del mismo. El costo de mantener inventario hace referencia a aquellos costos asociados con la adquisición de bienes para el reaprovisionamiento del inventario. Es un hecho que involucra costos de *overhead* (gastos generales), que deben estar reflejados en las decisiones de conservar el inventario, puesto que mientras más tiempo pase un ítem en la estantería, mayor será su costo de mantenimiento; por esto se puede decir que los costos mínimos del inventario se alcanzan cuando los costos de mantenimiento (carrying

costs) son iguales a los costos de reposición (Perozo, 2020). Los costos de inventario faltante en cambio se generan cuando se emite un pedido, pero este no puede satisfacerse desde el inventario al cual esta normalmente asignado. Minimizar los errores de pronóstico contribuye a reducir tanto la cobertura como los faltantes de inventario. Sin embargo, estos dos últimos indicadores mantienen una relación inversa, asumiendo condiciones de abastecimiento constantes. (Espejo González , 2016). Algo importante es el lugar en el que se almacenará la mercancía, que será el lugar en el que se la depositará y conservará; la distribución y organización dependerá de manera directa de dos factores: la forma de colocar los productos y la utilización del espacio disponible. (Escudero Serrano , 2019).

En un artículo científico de la revista INGnosis, se puede notar claramente la reducción de costos de inventario basándose en un modelo para la buena gestión del mismo. Como punto de partida se debe realizar una clasificación de los materiales según la metodología ABC, para dar lugar a la aplicación de pronósticos de demanda en los casos de materiales con mayor rotación, análisis de lead time e inventarios de seguridad. Después de aplicar este modelo en la empresa en estudio se calculó los costos de la demanda histórica y, los costos con el modelo propuesto de gestión de inventarios, de tal modo que se pudo evidenciar la mejora, dado que los costos de demanda sin la propuesta ascendieron a S/ 38102.57, mientras que con la propuesta se obtuvo una reducción considerable de S/ 8843.49, lo que representa el 23.21 %. (López Rodríguez & Galarreta Oliveros , 2018)

En la revista INGnosis consta un artículo sobre Gestión de inventarios y reducción de costos, que apoyó fuertemente a esta investigación. Se destaca la utilidad de conocer cómo se maneja la información y los resultados que genera la metodología ABC, siempre que se la adapte convenientemente a la empresa y se cuente con pronósticos de demanda confiables.

Entre las herramientas clásicas principales para realizar la gestión de inventarios se encuentran las siguientes: la clasificación de inventarios según la metodología ABC y el modelo EOQ y los pronósticos de demanda, esto último se ve direccionado netamente por las fluctuaciones de

mercado. Para tener un modelo óptimo de gestión de inventario, se debe tomar como base el nicho de mercado de la empresa que se analiza. (Arguello Murillas & Restrepo Zuluaga, 2016)

La metodología ABC es un sistema de administración de inventarios que se basa en el principio de Pareto (Vilfredo Pareto) para categorizar el inventario físico en tres zonas diferentes: Zona A, Zona B y Zona C. Dentro de la realización del inventario, la clasificación por cada zona se hace considerando el valor que ostenta cada artículo, valor que está dado por criterios preestablecidos, como el costo unitario o el volumen anual monetario. (Bentacourt , 2017)

El modelo EOQ, que se basa en la gestión de la Cantidad Económica de Pedido (EOQ, por sus siglas en inglés), es una forma de sistematizar los conteos periódicos de los productos guardados en bodega, establecer los registros de las ventas realizadas, determinar la cantidad óptima de pedidos, el momento justo en el cual se debe pedir mercancía a los proveedores y las cantidades mínimas de reorden (Causado Rodríguez , 2015).

Los pronósticos de demanda son una herramienta que proporciona un estimado cuantitativo de la probabilidad de eventos de demanda futuros, dependiendo del mercado al que está enfocada la organización. (Contreras Juárez , Atziry Zuñiga , Martínez Flores , & Sánchez Partida , 2016)

En la actualidad enfrentamos nuevos retos, personal y profesionalmente; conceptos como políticas de inventario han adquirido nuevos matices acorde con las actuales circunstancias y necesidades (Guerrero Salas , 2009), acoplándose netamente al nicho de mercado al que está enfocada la organización.

Al representar el inventario el asunto operativo-económico más significativo en las empresas, es necesario hablar de políticas de inventarios, que son estrategias de tipo empresarial hechas para una correcta administración de recursos. La idea es tratar de hacer más con menos, minimizando el inventario (Aguilar Santamaría , 2009).

Han sido desarrollados métodos de valoración de inventarios para calcular los valores de las unidades que hacen parte de los mismos. (Duque, Osorio , & Aguledo , 2010)

Adicionalmente, el nivel óptimo de inventario o nivel promedio, es igual al total de existencias regulares más las existencias del stock de seguridad. (Ballou , 2004).

Por todo lo descrito, se puede conocer que se generan grandes retos al momento de realizar la gestión de inventarios y uno de los principales, según (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2018), es mantener la cantidad adecuada de inventario en las organizaciones, ya que la demanda influye de manera directa en ello. El problema, en la mayoría de las empresas, radica en que los inventarios de seguridad y sus correspondientes puntos de reorden (o inventarios mínimos), se determinan exclusivamente con base en el promedio de la demanda, ignorando su variabilidad y la variabilidad de los tiempos de reorden (Vidal Holguín, 2010).

Un modelo de gestión y control tiene ventajas apreciables al momento de aplicarlo, mejorando principalmente la rentabilidad y la organización de la empresa a nivel macro.

III. METODOLOGÍA

La metodología que se usó es de tipo investigación y acción, se basó en un estudio de caso dentro del cual se realizó la exploración de diferentes herramientas para gestión de inventarios. El estudio fue de carácter cuantitativo, ya que se hace uso de referencias bibliográficas y de estudios de pronósticos de demanda basados en historiales de ventas de la empresa, por lo que de esta manera fue también de carácter retrospectivo.

Para realizar un modelo de control y gestión de inventarios para la ferretería “Cehimaco” se propuso 3 fases que conducen a objetivos específicos y que se describen a continuación:

Como primera fase, se elaboró un análisis de la situación actual de la ferretería, dentro del cual se efectuó un levantamiento de la información de la planificación, control y gestión actual de inventarios; para esto los medios de verificación son los informes tanto de planificación como de control que la empresa está llevando, y el historial de ventas. En esta fase de análisis se utilizaron herramientas como las entrevistas con las personas descritas en el organigrama de la organización, y se hizo la verificación de los medios utilizados mediante visitas frecuentes a la ferretería.

Para la segunda fase, se realizó la segmentación “ABC” para la clasificación de inventarios. Como primer paso se ejecutó un inventario, con el fin de cuadrar las cantidades registradas en el sistema informático, con las existencias físicas; se realizó entonces el conteo físico de cada uno de los ítems en cada almacén. Cabe recalcar que, por modificaciones actuales en la ferretería, tanto en el sistema informático como físicamente se registran 3 almacenes, motivo por el cual se procedió a realizar una clasificación en cada uno de ellos; las existencias de cada almacén son diferentes y quedaron definidos con los nombres descritos a continuación:

1. Almacén Principal, con 2215 ítems
2. Almacén 2, con 160 ítems
3. Bodega 3, con 666 ítems

Las características de cada una de las zonas clasificadas son las siguientes: Zona A: Agrupa del 10% al 20% del total de los renglones de ítems y representa del 60% al 80% del efecto

económico total. Estos renglones se clasifican como A y son los más importantes para la empresa según el parámetro base considerado. Zona B: Agrupa del 20% al 30% del total de los renglones y representa del 20% al 30% del efecto económico total. Estos renglones son clasificados como B y tienen una importancia media para la empresa. Zona C: Agrupa del 50% al 70% del total de los renglones y representa del 5% al 15% del efecto económico total. Estos renglones se clasifican como C y son los de menor importancia para la empresa según el parámetro base considerado. (Vasconez, Mayorga, Moreno, Arellano, & Pazmiño, 2020).

Al ser los ítems clasificados como “A” los más importantes, como se menciona anteriormente, se enfocó el estudio en base a los mismos.

Para pronosticar la demanda se tomó como referencia el historial de ventas de los meses del año 2021, es necesario resaltar que el historial fue tomado solo de los productos clasificados como “A”. Posteriormente, se analizaron los datos para conocer el tipo de demanda que maneja la ferretería, obteniendo finalmente como resultado que maneja una demanda errática, ya que existe una gran variabilidad en los requerimientos en cuanto a cantidad demandada, pero que tiende a ser constante en el tiempo (Beltrán Bustamante, 2020).

Al realizar estas valoraciones se calculó el pronóstico de demanda mediante 3 técnicas: media móvil, suavizado exponencial simple y suavizado exponencial doble.

Con base en diferentes estudios fue necesario analizar los errores en cada uno de los pronósticos aplicados, a partir de la medición de estos con el empleo de las herramientas que constan en la ilustración 3:

NOMBRE DE LA MEDICIÓN	FÓRMULA	OBSERVACIONES
ERROR ABSOLUTO DE PORCENTAJES	$APE = 100 \cdot \frac{ x_t - \hat{x}_t }{x_t}$	Solo se utiliza como parte de los otros indicadores
DESVIACIÓN MEDIA ABSOLUTA	$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n x_t - \hat{x}_t }{n}$	n es el número de periodos usados
ERROR CUADRÁTICO MEDIO	$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \hat{x}_t)^2}{n}$	Es la medición más utilizada en todo tipo de industrias y comercializadoras. Se usa para el cálculo del inventario de Seguridad
ERROR PORCENTUAL DE LA MEDIA ABSOLUTA	$MAPE = \frac{100 \cdot \sum_{t=1}^n \frac{ x_t - \hat{x}_t }{x_t}}{n}$	Mide la herramienta de pronóstico
ERROR PORCENTUAL DE LA MEDIA ABSOLUTA CORREGIDO	$MAPE' = \frac{100 \cdot \sum_{t=1}^n \frac{ x_t - \hat{x}_t }{x_t}}{n}$	Mide a los datos pronosticados

Ilustración 3: Lista de mediciones para pronósticos de INVENTARIOS

Fuente: Jonnatan F. Avilés González (2020).

Estos errores se vuelven indicadores estadísticos, los pronósticos que tengan los indicadores estadísticos menores son los que se deben elegir para continuar con el estudio. De igual manera se toma como referencia las estrategias que se usan para ítems de tipos “A”, “B” y “C”, desplegadas en la ilustración 4.

TIPO	CARACTERÍSTICAS	POLÍTICAS DE CONTROL	MÉTODOS DE CONTROL
ITEMS CLASE A	LOS MÁS IMPORTANTES POCOS ÍTEMES MAJOR N. DE VOLUMEN DE VENTAS EN	CONTROL ESTRICTO CON SUPERVISIÓN PERSONAL. COMUNICACIÓN DIRECTA CON ADMINISTRACIÓN Y PROVEEDORES CUBRIR EXISTENCIAS DE 1 A 4 SEMANAS	MONITOREO FRECUENTE REGISTRO Y REVISIÓN DIARIA PRONÓSTICO CON SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL DOBLE POLÍTICAS BASADAS EN SERVICIO AL CLIENTE NO EXCEPCIONES
ITEMS CLASE B	ÍTEMES IMPORTANTES VOLUMEN DE VENTAS CONSIDERABLES	CONTROL DE INVENTARIO CLÁSICO ADMINISTRAR POR JUICIO CUBRIR EXISTENCIAS ENTRE 2 Y 8 SEMANAS	SISTEMA DE CONTROL CLÁSICO (CÓDIGO DE BARRAS) PRONOSTICAR CON SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE AJUSTARSE A EXCEPCIONES
ITEMS CLASE C	MUCHOS ÍTEMES BAJO VOLUMEN DE VENTAS, O ÍTEMES DE BAJO VALOR UNITARIO	SUPERVISIÓN MÍNIMA PEDIDOS BAJO ORDEN TAMAJOS DE PEDIDOS GRANDES CASI SIN INVENTARIO DE SEGURIDAD CUBRIR DE 1 A 20 SEMANAS	SISTEMA DE CONTROL SIMPLE PRONOSTICAR CON PROMEDIO MÓVIL EVITAR EXCESOS LARGA FRECUENCIA DE PEDIDOS AUTOMÁTICOS

Ilustración 4: Estrategias para ítems de tipo “A”, “B” y “C”

Fuente: Jonnatan F. Avilés González (2020).

Al trabajar con los ítems de tipo “A” se cotejó los pronósticos que se obtuvieron con suavizado exponencial doble, como se recomienda en los métodos de control descritos en la ilustración 4, con indicadores estadísticos menores (errores) y de esta manera se obtuvieron los mejores resultados.

Para el cálculo de todos los pronósticos se utilizó Solver, de la hoja de cálculo de Excel, ya que era necesario minimizar los errores optimizando el alfa que se podía utilizar.

Po otro lado, las políticas de inventarios deben basarse en el servicio al cliente, en las estrategias de gestión de inventarios y en el tipo de producción que la empresa tiene. La organización en estudio puede incluirse en el grupo de cadenas de suministros comerciales y de distribución, para las que se recomienda el modelo EOQ con punto de reorden. (Carro Paz & González Gómez, 2013).

Para desarrollar el modelo EOQ se inició con el levantamiento de datos de los siguientes aspectos de la ferretería:

- La demanda y su grado de constancia.
- El “lead time” de cada material seleccionado para el estudio.
- El costo de ordenar y el costo de mantener los materiales seleccionados.

Para establecer el costo de mantener los inventarios fue necesario desglosar los diferentes componentes, como el costo del capital de trabajo, el costo de servicios, los costos de almacenamiento, costos variables y finalmente costos de riesgos (Chávez, 2009).

Al ser los otros datos conocidos se procedió a aplicar el modelo “EOQ” utilizando las herramientas de la hoja de cálculo Excel, creando macros para la aplicación de fórmulas, dando como resultado un cálculo más confiable. Luego se repitió este procedimiento en los materiales seleccionados como críticos y de alta importancia.

Las fórmulas utilizadas para la obtención de datos son las siguientes:

$$EOQ = Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H}}$$

$$L = \frac{\text{Días de trabajo}}{N}$$

$$R = \frac{D}{\text{Días de trabajo al año}} * L$$

$$\text{Costo de ordenar} = \frac{D}{Q} S$$

$$\text{Costo de mantener} = \frac{Q}{2} H$$

$$\text{Costo total} = DC + \frac{D}{Q} S + \frac{Q}{2} H$$

EOQ = Cantidad económica de pedido

L = Tiempo entre una y otra orden

R = Punto de reorden

Debido a las fluctuaciones de la demanda en los ítems de la ferretería, se calculó también un stock de seguridad, que es un inventario extra que se tiene en el almacén para hacer frente a imprevistos relacionados con los cambios en la demanda o retrasos de los proveedores. El objetivo de mantener existencias de seguridad es evitar caer en una rotura de stock (Mecalux Esmena, 2019).

El tener un alto inventario lograría mantener al cliente satisfecho, pero se incurriría en altos costos de mantenimiento; al establecer un sistema de control de inventario se llegaría a un punto de equilibrio entre el nivel de servicio y los costos de inventario, maximizando así las utilidades de la organización. (Arana Mondragón & Ocampo Cardona, 2018). Como se menciona

en la tesis de Arana Mondragón y Ocampo Cardona del año 2018, se necesita mantener un equilibrio entre el nivel de inventario y el costo del mismo; en el caso de la empresa en cuestión, los costos de mantener inventario no eran significativamente mayores, ya que la empresa cuenta con un espacio propio y amplio para almacenamiento, y los productos son no perecederos. Se estableció entonces un nivel de servicio del 90 %, en donde la probabilidad de faltantes sería del 10 %, dando prioridad a los productos “A”. Este nivel de servicio fue obtenido en consenso con la gerencia, dando una importancia mayor a la satisfacción del cliente y considerando los costos de inventario.

Finalmente, en la tercera fase se desarrolló el modelo de control y gestión de inventarios, un modelo de Cantidad Óptima de Pedido (EOQ), ya que por la cantidad de inventario que la ferretería maneja, es necesario controlar los costos que se generan por tener inventario versus los costos que incurren por clientes perdidos. A partir de una prueba piloto realizada aplicando el modelo, con la participación de la gerencia y las áreas involucradas, se obtuvo resultados favorables.

IV. RESULTADOS

La aplicación del modelo diseñado para la ferretería parte del análisis de la situación actual, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- No cuadraban las cantidades existentes en el inventario físico, con las registradas en el sistema informático.
- Existían faltantes de material costoso.
- No existía administración en los inventarios, por lo que se generaban pérdidas de ítems.
- No se realizó inventario en los dos últimos años.
- Las personas que trabajan no tenían tareas definidas a pesar de existir un organigrama definido.
- No se cumplía con la entrega de pedidos en casi un 40% de los casos.

En base a los primeros resultados, el siguiente paso fue realizar recuentos en el almacén, estos se realizaron dos veces hasta obtener cantidades cuadradas. Luego se hizo la clasificación de los inventarios utilizando la metodología "ABC", en donde los resultados fueron los siguientes:

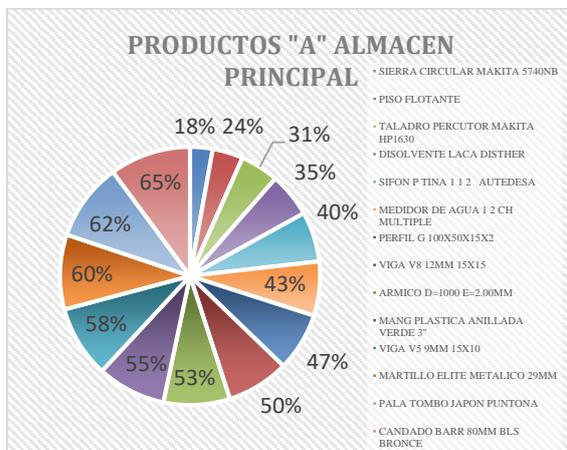


Ilustración 5. Productos "A" Almacén Principal. Elaboración propia

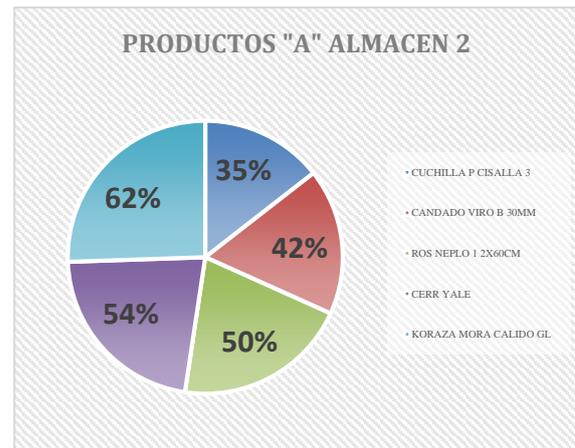


Ilustración 6. Productos "A" Almacén 2. Elaboración Propia

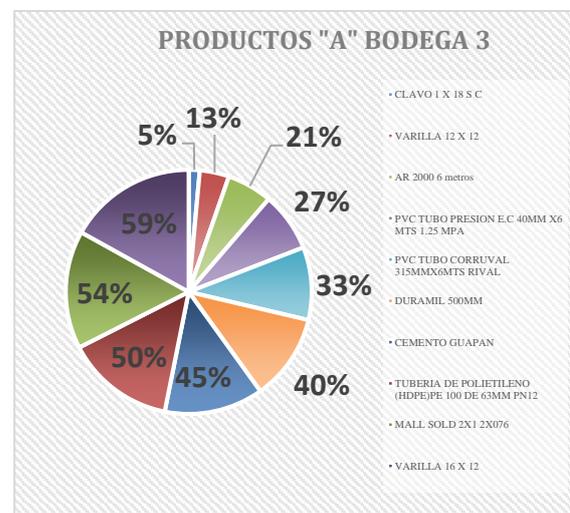


Ilustración 7. Productos "A" Bodega 3. Elaboración propia

Luego de identificar los ítems "A", catalogados como los más importantes, se procedió a realizar los pronósticos de la demanda por suavizado exponencial doble, esto debido al tipo de demanda que maneja la ferretería y teniendo el historial de ventas del año 2021, para el pronóstico con tendencia se utilizó solver para un alfa y un beta apegados a la realidad, lo que ayudó a establecer el esquema para planificar y gestionar los inventarios, así como a definir el capital que se necesitaría a futuro para la administración de los ítems. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 1: Resultados de Proyecciones Almacén Principal. Elaboración Propia

Producto	PROYECCIONES											
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
SIERRA CIRCULAR MAKITA 5740NB	239	219	241	248	218	255	294	296	302	287	294	309
PISO FLOTANTE	1970	1973	1955	1992	1965	1967	2005	1976	1969	2044	2074	2052
TALADRO PERCUTOR MAKITA HP1630	540	520	561	567	580	513	502	497	516	554	584	586
DISOLVENTE LACA DISTHER	542	587	600	362	614	674	672	784	785	802	832	873
SIFON P TINA 1 1/2 AUTEDESA	1273	1231	1145	1089	1082	1050	1080	1095	1127	1090	1071	1097
MEDIDOR DE AGUA 1 2 CH MULTIPLE	340	371	376	392	394	406	405	416	432	411	433	423
PERFIL G 100X50X152	4836	4718	4583	4583	4622	4508	4399	4481	4517	4468	4353	4312
VIGA V8 12MM 15X15	3974	3961	3726	3812	3806	3725	3859	3987	3981	4034	4091	4161
ARMICO D=1000 E=2.00MM	289	280	290	298	298	304	303	305	302	303	299	312
MANG PLASTICA ANILLADA VERDE 3"	270	279	252	266	286	300	301	293	277	303	321	344
VIGA V5 9MM 15X10	2937	2901	2921	2888	2899	2877	2867	2911	2921	2925	2891	2937
MARTILLO ELITE METALCO 29MM	1276	1289	1266	1290	1284	1284	1305	1274	1278	1231	1250	1255
PALA TOMBO JAPON PUNTONA	789	806	850	853	852	888	908	810	854	928	957	1039
CANDADO BARR 80MM BLS BRONCE	820	810	812	805	804	806	797	809	801	787	776	777

Las proyecciones del Almacén 2 se detallan a continuación:

Tabla 2: Resultados de Proyecciones Almacén 2. Elaboración Propia

Producto	PROYECCIONES											
	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
CUCHILLA P CISALLA 3	81	78	72	68	68	70	73	77	75	74	78	86
CANDADO VIRO B 30MM	137	168	175	188	190	156	139	125	141	159	71	179
ROS NEPLO 1 2X60CM	892	962	970	1039	1029	1001	1045	1023	1065	1101	1107	1086
CERR YALE	89	83	83	80	71	69	78	81	96	97	95	111
KORAZA MORA CALIDO GL	130	160	141	120	104	120	144	146	138	134	149	129

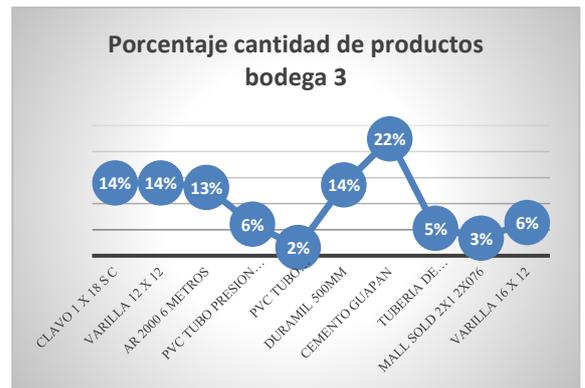
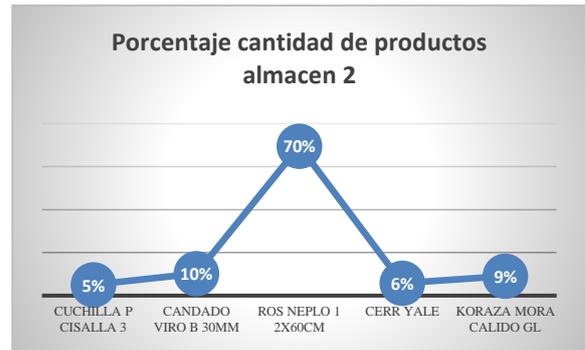
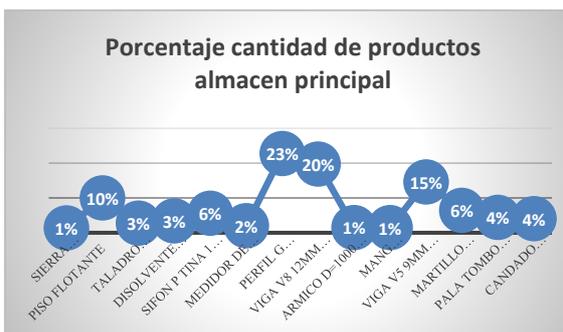
Finalmente las proyecciones de la Bodega 3 se detallan a continuación:

Tabla 3: Resultados de Proyecciones Bodega 3. Elaboración propia

Producto	PROYECCIONES											
	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
CLAVO 1 X 18 S C	1637	1737	1805	2094	1928	1956	1790	1833	1970	1898	1764	1868
VARELLA 12 X 12	1973	1980	1853	1918	1785	1886	1983	2037	1559	1767	1809	1733
AR 2000 6 metros	1762	1872	1762	1744	1785	1664	1763	1643	1535	1681	1826	1798
PVC TUBO PRESSION E C 40MM X6 MTS 1.25 MPA	863	800	681	832	834	784	801	758	787	853	818	819
PVC TUBO CORRIVAL 315MMX6MTS RIVAL	325	300	238	219	197	173	187	193	159	180	202	226
DURAMIL 500MM	1562	1610	1468	1596	1753	1900	1911	1894	1933	1835	1935	2076
CEMENTO GUAPAN	2736	2893	2899	3066	2830	2839	2870	2962	2748	3007	3271	3526
TUBERIA DE POLIETILENO (HDPE)PE 100 DE 63MM PN12	652	678	659	683	677	687	695	728	717	735	736	749
MALL SOLD 2X1 2X076	480	468	466	450	449	449	444	431	444	439	444	449
VARELLA 16 X 12	785	808	833	795	826	842	866	853	893	865	869	955

Estos resultados fueron resumidos en porcentajes por almacén para saber la planificación y gestión que se deberá hacer con los mismos, ya que es necesario saber el espacio que será designado para cada uno de ellos.

Ilustración 8 Porcentajes de materiales por almacén. Elaboración propia



Estos resultados muestran la cantidad de ítems proyectados para un año, sobre los que se realizará el control de acuerdo con la ilustración 4 descrita en la metodología de este documento; de igual manera para los ítems B y C, los métodos de control serán los descritos en la misma ilustración 4.

Para el modelo de gestión y control de inventarios en estudio se utilizó el cálculo de “EOQ” en todos los materiales “A” de cada almacén, añadiendo también el cálculo del stock de seguridad; de esta manera se gestionará y controlará los inventarios físicos de forma consistente con los registros que consten en el sistema informático llamado CDSNEGOCIOS.

A continuación se muestran los resultados de la aplicación del modelo “EOQ” realizado en los ítems de los 3 Almacenes de la ferretería bajo análisis.

Tabla 4 Resultados del Modelo de Control y Gestión "EOQ". Elaboración propia

Producto	EOQ	PUNTO DE REORDEN	NÚMERO DE PEDIDOS AL AÑO	STOCK DE SEGURIDAD	COSTO DE ORDENAR	COSTO DE MANTENER
SIERRA CIRCULAR MAKITA 5740NB	732	253	4	22	245,07	245,07
PISO FLOTANTE	4802	756	5	28	408,17	408,17
TALADRO PERCUTOR MAKITA HP1630	1532	567	4	21	191,5	191,5
DISOLVENTE LACA DISTHER	1078	488	8	68	458,26	458,26
SIFON P TINA 1 1 2 AUTEDESA	1247	425	11	43	236,94	236,94
MEDIDOR DE AGUA 1 2 CH MULTIPLE	1434	152	3	17	100,37	100,37
PERFIL G 100X50X15X2	4409	2579	12	96	1036	1036
VIGA V8 12MM 15X15	4507	2794	10	90	1306,97	1306,97
ARMICO D=1000 E=2.00MM	669	227	5	6	240,91	240,91
MANG PLASTICA ANILLADA VERDE 3"	479	166	7	16	160,44	160,44
VIGA V5 9MM 15X10	3877	2068	9	15	1124,39	1124,39
MARTILLO ELITE METALICO 29MM	1648	302	9	13	74,11	74,11
PALA TOMBO JAPON PUNTONA	2053	625	5	46	153,95	153,95
CANDADO BARR 80MM BLS BRONCE	1753	190	5	9	43,82	43,82
CUCHILLA P CISALLA 3	465	18	2	3	11,61	11,61
CANDADO VIRO B 30MM	555	38	3	14	41,62	41,62
ROS NEPLO 1 2X60CM	1282	243	10	40	76,89	76,89
CERR YALE	454	20	2	8	40,87	40,87
KORAZA MORA CALIDO GL	873	77	2	10	157,14	157,14
CLAVO 1 X 18 S C	2205	1057	10	79	121,26	121,26
VARILLA 12 X 12	1983	1321	11	87	674,21	674,21
AR 2000 6 metros	1556	1235	13	59	669,28	669,28
PVC TUBO PRESION E.C 40MM X6 MTS 1.25 MPA	1358	571	7	31	319,11	319,11
PVC TUBO CORRIVAL 315MMX6MTS RIVAL	585	154	4	32	111,1	111,1
DURAMIL 500MM	1506	1028	14	105	647,58	647,58
CEMENTO GUAPAN	3659	1645	10	146	896,35	896,35
TUBERIA DE POLIETILENO (HDPE)PE 100 DE 63MM PN12	1374	498	6	21	274,89	274,89
MALL SOLD 2X1 2X076	1485	257	4	9	408,35	408,35
VARILLA 16 X 12	1587	604	6	30	539,43	539,43

Como ejemplo de los resultados obtenidos se tiene que en el ítem Sierra Circular Makita 5740 NB, para el cual la cantidad óptima de pedido es 732 unidades por orden, en el año se realizarán 4 pedidos y la ferretería debería lanzar un pedido cada vez que el stock llegue a 253 unidades, adicionalmente se sugiere tener un stock de seguridad de 22 unidades en bodega para satisfacer las necesidades del cliente y evitar ruptura de stock.

De esta manera, la empresa conoce en qué punto realizar el pedido y la cantidad de ítems que se debe pedir para optimizar costos, tanto de almacenamiento como de compra. Sin embargo, los costos de almacenamiento no representan mayor problema, ya que la empresa cuenta con el espacio suficiente, que sobre todo es propio.

Al analizar los datos obtenidos con algunos ítems tomados como ejemplo y compararlos con los datos del año en curso, se pudo verificar que el modelo de control y gestión de inventarios mediante Cantidad Óptima de Pedido (EOQ) refleja la realidad de los pronósticos de demanda obtenidos, en consecuencia, se observa que el modelo propuesto es válido para su empleo en los ítems de la empresa objeto de estudio.

V. CONCLUSIONES

La presente propuesta le permite a la ferretería contar con una herramienta de gran importancia que puede ser de gran utilidad, y lo más significativo es que se puede aplicar de manera inmediata, todo esto basado en la proyección que tiene la empresa para el futuro, ya que se podrá gestionar y optimizar costos de inventarios minimizando las pérdidas de los mismos.

La primera fase de este estudio ayudó directamente al entendimiento claro del entorno de la empresa en términos de gestión y control de sus inventarios, presentando un panorama real dentro del cual se podría mejorar.

Dentro de la segunda fase, según los resultados obtenidos se pudo establecer que no todos los ítems de la ferretería requieren el mismo tipo de gestión y control, y que el modelo "EOQ" se adapta a las necesidades de la empresa, ya que se vuelve fundamental al considerar las demandas de los productos, dando como resultado la minimización del costo anual de inventario, en base a la cantidad óptima de unidades a ser pedidas.

Finalmente, en la última fase se propuso el modelo que apoyará de manera directa a la

gestión y control de los inventarios, considerando variables de gran importancia como son la cantidad de material existente y los tiempos de reposición y cobertura de inventario, permitiendo así una relación directa entre los registros administrativo y operativo.

En base a este modelo, se puede generar una planificación de compras de inventarios y conocer cuáles son los ítems más relevantes para la organización, de esta manera establecer la disponibilidad de recursos y lo que se puede ofrecer a los grandes clientes, como son municipios y comunidades del sector, partiendo de saber lo que se debe pedir y el momento en que se debe hacerlo.

Es importante recalcar que las técnicas para la gestión de inventarios no pueden definir con certeza las cantidades de los mismos, los métodos utilizados están basados en probabilidades y existen errores inherentes; sin embargo, con este modelo la empresa podrá tomar decisiones de manera oportuna, conociendo el riesgo por faltantes de productos.

VI. RECOMENDACIONES

Al realizar la investigación fue interesante encontrar fallas en los sistemas de gestión de inventarios de la empresa, en primer lugar, el porcentaje de ganancia de productos no está definido es aleatorio y se sujeta a las restricciones que la competencia impone; sin embargo, es necesario tener un margen de ganancia establecido en los productos, que ayude a aplicar en el futuro ciertas promociones que permitan ampliar el mercado de la empresa.

La ferretería cuenta con un organigrama establecido, sin embargo, las funciones del personal no están claras. Se recomienda definir las competencias y ámbitos de trabajo de todos y cada uno de los colaboradores, para que de esta manera existan responsables directos de las actividades que se realizan.

Al minimizar los costos de manejo de inventarios, se recomendaría como estudio posterior una propuesta de diseño de almacenes y bodegas, ya que la ferretería cuenta con espacios suficientes para este propósito.

Por último, se recomienda implementar el modelo de control y gestión propuesto, ya que como es evidente, ayudará a la mejora continua

de la empresa y a un evidente incremento de ahorro en costos de inventarios.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Santamaría , P. (31 de 07 de 2009). *Inventarios el arte de hacer mas con menos*. Obtenido de Las políticas de inventarios:
inventarios.org/2009/07/31/las-politicas-de-inventarios/
- Anaya Tejero J.J. (2011). *Almacenes Análisi, diseño y organización* . Madrid .
- Arana Mondragón , M., & Ocampo Cardona , J. C. (2018). *PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS PARA UNA FERRETERÍA* . Zarzal .
- Arguello Murillas , C. A., & Restrepo Zuluaga. (21 de 07 de 2016). *Diagnostico y propuesta para el mejoramiento del sistema de gestión de inventarios en la ferreteria y deposito las palmas S.A.S*. Obtenido de <http://repositorio.ausjal.org/handle/11522/8462?show=full>
- Ballou , R. (2004). *Logistica Asministración de la Cadena de Suministro*. Ciudad de México.
- Beltrán Bustamante , E. (2020). *ESTRATEGIA DE MEJORAMIENTO DE LOS MODELOS DE PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA* . *Universidad Militar Nueva granada*.
- Bentacourt , D. (17 de Agosto de 2017). *IngenioEmpresa*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2020, de Análisis o segmentación ABC para la clasificación de inventarios:
<https://ingenioempresa.com/analisis-abc/>
- Carlos Perozo , M. E. (2020). *Sigmacol Supply Chain Solutions*. Obtenido de Costos de mantenimiento de inventario:
<https://www.sigmacol.com/single-post/2017/03/06/costos-de-mantenimiento-del-inventario>
- Carro Paz , R., & González Gómez , D. (2013). *Gestión de Stocks* . *Nulan* .
- Causado Rodriguez , E. (2015). Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos. *Revista de Ingenierías: Universidad de Medellin*, 163-177.
- Chávez , J. H. (2009). Una verdad incomoda El costo de mantener Inventarios . *Negocios Globales Logistica Supply Chain, Transporte y Distribución* .
- Contreras Juárez , A., Atziry Zuñiga , C., Martínez Flores , J., & Sánchez Partida , D. (2016). Análisis de series de tiempo en el pronóstico de la demanda de almacenamiento de productos perecederos. *ICESI*, 387-396.
- Cruz Fernández , A. (2017). *Gestión de Inventarios*.
- Duque, M., Osorio , J., & Aguledo , D. (2010). Los inventarios en las empresas manufactureras, su tratamiento y su valoración. *Una mirada desde la contabilidad de costos*, 61-79.
- Durán , Y. (2012). Administración del inventario. *Visión General*, 55-78.
- Escudero Serrano , M. J. (2019). *Logistica de almacenamiento*. Madrid.
- Espejo González , M. (12 de 05 de 2016). *Meetlogistics*. Obtenido de Faltantes de inventario:
<https://meetlogistics.com/cadena-suministro/faltantes-de-inventario/>
- Giani, O. (21 de 01 de 2015). *Gestión de Operaciones*. Obtenido de Clasificación de los costos de Inventario:
<https://www.gestiondeoperaciones.net/inventarios/clasificacion-de-los-costos-de-inventario/>
- Guerrero Salas , H. (2009). *Inventarios manejo y control*.
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (20018). *Administración de operaciones*. *Octava edición*. México.
- Lopes Martinez , I., & Gómez Acosta, M. (2014). Auditoría logística para evaluar el nivel de gestión de inventarios en empresas. *Scielo*.
- López Rodriguez , B. J., & Galarreta Oliveros , G. I. (2018). Gestión de inventarios para reducir los costos del almacén de Manpower Perú E.I.R.L. *INGnosis*, 15-28.

- López Rodríguez , B., & Galarreta Oliveros , G. (2018). Gestión de inventarios para reducir los costos del almacén de Manpower Perú E.I.R.L. *Ingnosis*.
- Meana Coalla, P. P. (2017). *Gestión de Inventarios*. Madrid: Paraninfo.
- Mecalux Esmena . (23 de agosto de 2019). Obtenido de Stock de seguridad: ¿qué es y cómo optimizarlo?: <https://www.mecalux.es/blog/stock-seguridad-optimizar>
- Mora Garcia , L. (2016). *Gestión Logística Integral: las mejores practicas de la cadena de abastecimiento*. Bogota.
- Peréz Hualtibamba, M. M., & Wong Aitken, H. G. (2018). GESTIÓN DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA SOHO. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*.
- Pinzón Guevara, I., Pérez Ortega, G., & Arango Serna , M. (2012). Mejoramiento de la gestión de inventarios. *Universidad EAFIT*, 9-21.
- Salas Navarro , K., Miguél Mejía , H., & Acevedo Chedid , J. (2017). Metodología de Gestión de Inventarios para determinar los niveles de integración y colaboración en una cadena de suministro. *Ingeniare. Rev. chil. ing.*, 326-337.
- Salazar López , B. (2019). Suavización exponencial doble. *Ingeniería Industrial Online.com*.
- Samaniego , H. (2019). Un modelo para el control de inventarios utilizando dinámica de sistemas. *Estudios de la Gestión*.
- Vasconez , V. H., Mayorga , M. J., Moreno , M. A., Arellano , A. V., & Pazmiño, C. A. (2020). Gestión del sistema de inventarios orientado a pequeñas y medianas empresas, Pymes ecuatorianas del sector ferretero: caso de estudio . *Espacios* , Pag. 7 .
- Vidal Holguín , C. J. (2010). *Fundamentos de control y gestion de inventarios*. Santiago de Cali.