

# Centro de Enseñanza Técnica y Superior

Con reconocimiento de validez oficial de estudios del Gobierno del Estado de Baja California según Acuerdo de fecha 10 de octubre de 1983



## **Implementación de un método de control de inventarios en las cajas para empaque con mayor volumen de demanda**

Tesis

para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de Maestro en ingeniería e Innovación

Presenta:

**Kenia Karely Espinoza Vázquez**

Director:

Dr. Carlos Antonio González Campos  
Centro de Enseñanza Técnica y Superior (CETYS Universidad)

Ensenada, Baja California, México  
2019

# **Implementación de un método de control de inventarios en las cajas para empaque con mayor volumen de demanda**

Tesis/Proyecto de aplicación que para obtener el grado de Maestro en Ingeniería e Innovación

Presenta:

**Kenia Karely Espinoza Vázquez**

y aprobada por el siguiente Comité

---

Dr. Carlos Antonio González Campos

**Dr. Gerardo Hirata**

**Mtra. Amanda Nieto Sánchez**

---

**Mtra. Amanda Nieto Sánchez**  
Coordinador del Posgrado en Ingeniería e Innovación

---

Resumen de la tesis que presenta **Kenia Karely Espinoza Vázquez** como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ingeniería e Innovación con orientación en Sistemas y Procesos Industriales

### **Implementación de un método de control de inventarios en las cajas para empaque con mayor volumen de demanda**

Resumen aprobado por:

---

**Dr. Carlos Antonio González Campos**

Los inventarios dentro de una compañía son el activo de mayor valor, es por esto que siempre se busca tener el nivel de inventario óptimo, el cual evite sobreinventarios y desabastecimientos. El objetivo de este trabajo es el aplicar un método de control de inventarios para lograr la disminución del inventario con el que cuenta la compañía, para ello se llevó a cabo una investigación de los métodos de control existentes y se eligieron el método de punto de reorden y cantidad económica de pedido, aplicando así, un método de control de inventarios mixto. Luego de su aplicación en los diez números de parte de mayor demanda, se obtuvo un 40% de disminución de inventario al final de cada mes en un periodo de 3 meses.

**Palabras clave:** Inventario, método, almacén, exceso, reorden,

Abstract of the thesis presented by **Kenia Karely Espinoza Vázquez** as a partial requirement to obtain the Master degree in Engineering and Innovation with orientation in Industrial Systems and Processes

## **Implementation of an inventory control method in the most demanded packaging boxes**

Abstract approved by:

---

Dr. Carlos Antonio González Campos

Inventory within a company is the highest value asset, that's the reason why companies are always looking to have the optimal inventory level, which avoids over-inventory and shortages. The objective of this project is to apply an inventory control method to decrease the inventory in a company, to do this, an investigation of existing inventory control methods was carried out and the reorder point method and economic order quantity were chosen. After its application in the ten items of the highest demand, we obtained a 40% decrease in the inventory at the end of each month in a 3-month period.

**Keywords:** Inventory, method, warehouse, excess, reorder

## Dedicatoria

A mis padres, quienes me han apoyado desde el inicio de mi carrera y con amor y esfuerzo me han permitido llegar a la culminación de una meta más en mi vida.

A mi pareja, quien ha estado dándome todo el amor y paciencia desde el principio de este proyecto acompañándome a crecer como persona y como profesional.

A mis amigas de siempre por las palabras de aliento que me brindaron cuando más las necesitaba.

A mis nuevas amistades, porque sin ustedes y el gran equipo que formamos, esta meta no hubiera sido tan fácil de terminar.

## Agradecimientos

Con agradecimiento especial para el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la concesión de una beca para realizar mis estudios de maestría que han permitido la realización de este proyecto.

Agradezco a mi director de tesis, Dr. Carlos González, que, gracias a sus consejos y motivación, me oriento en la realización de este proyecto. De igual manera, a mis profesores del Centro de Enseñanza Técnica y Superior (CETYS), que estuvieron de cercanos en la realización del proyecto y me motivaron a desarrollarme profesionalmente.

De igual manera, agradezco al personal de la empresa que se dedicó a ayudarme y asesorarme durante la aplicación del proyecto, este proyecto no se hubiera podido aplicar sin su dirección.

# Tabla de contenido

	Página
<b>Resumen Español</b> .....	ii
<b>Resumen Ingles</b> .....	iii
<b>Dedicatorias</b> .....	iv
<b>Agradecimientos</b> .....	v
<b>Lista de figuras</b> .....	viii
<b>Lista de tablas</b> .....	ix
<b>Capítulo 1. Introducción</b>	
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Justificación.....	5
1.4 Hipótesis .....	5
1.5 Preguntas de Investigación.....	5
1.6 Objetivos.....	5
1.6.1 Objetivo general .....	5
1.6.2 Objetivos específicos.....	5
<b>Capítulo 2. Marco Teórico</b>	
2.1 Cadena de Suministros.....	6
2.2 Inventarios y su Importancia .....	8
2.3 Métodos de Control de Inventarios.....	9
2.3.1 Inventario Promedio .....	9
2.3.2 Cantidad Económica de Pedido .....	10
2.3.3 Punto de Reorden .....	11
2.3.4 Método de Revisión Periódica.....	12
<b>Capítulo 3. Metodología</b>	
3.1 Fase 1. Selección .....	14
3.2 Fase 2. Análisis.....	14
3.3 Fase 3. Aplicación.....	16
3.4 Fase 4. Evaluación.....	17
3.5 Cronograma de Trabajo.....	18
<b>Capítulo 4. Resultados y Discusiones</b>	
4.1 Análisis de la Demanda y Selección .....	19
4.2 Análisis de Números de Parte .....	20
4.2.1 Descripción de Números de Parte.....	20
4.2.2 Calculo de Uso Diario.....	21
4.3 Desarrollo del Método de Control de Inventarios.....	22
4.3.1 Calculo de Inventario de Seguridad.....	22
4.3.2 Calculo de Punto de Reorden.....	23
4.3.3 Calculo de Cantidad Económica de Pedido.....	24
4.3.4 Tabla de Resumen.....	26

4.4 Implementación.....	27
4.4.1 Espacio de Almacenamiento.....	27
4.4.2 Comunicado al Proveedor.....	30
4.4.3 Compra de Material.....	31
4.5 Evaluación del Método de Control de Inventarios.....	34
4.5.1 Antes de la Aplicación del Método de Control.....	34
4.5.2 Después de la Aplicación del Método de Control.....	34
4.5.3 Eficacia del Método de Control.....	37
4.6 Discusiones.....	38
<b>Capítulo 5. Conclusiones.....</b>	<b>39</b>
<b>Lista de referencias bibliográficas.....</b>	<b>40</b>

## Lista de figuras

Figura		Página
1	Impacto de las mejoras después de aplicar método de revisión periódica.....	2
2	Modelo ROP representando en una distribución normal.....	4
3	Inventario promedio.....	10
4	Cantidad económica de pedido .....	11
5	Metodología aplicada para la elaboración del proyecto.....	14
6	Cronograma de actividad.....	18
7	Locaciones en almacén para los números de parte.....	28
8	Locación en almacén para un solo número de parte.....	29
9	Locación en almacén identificada en el sistema.....	29
10	Fragmento de comunicado al proveedor.....	30
11	Ejemplo de resultado en la hoja de Excel.....	32
12	Diagrama de flujo para compra de los números de parte.....	33
13	Gráfico de inventario por mes.....	35
14	Gráfico de inventario por mes con pronóstico de un periodo más.....	36

## Lista de tablas

Tabla		Página
1	Demanda de los números de parte.....	19
2	Números de parte seleccionados.....	20
3	Desglose de cada número de parte.....	20
4	Uso diario promedio.....	22
5	Inventario de seguridad.....	22
6	Punto de reorden.....	23
7	Cantidad económica de pedido.....	25
8	Cantidad económica de pedido redondeada.....	25
9	Resumen de resultados.....	26
10	Tarimas a almacenar.....	27
11	Numero de orden de compra por número de parte.....	31
12	Inventario al final de cada mes antes de la aplicación.....	34
13	Inventario al final de cada mes después de la aplicación.....	34
14	Inventario al final del mes de agosto después de la aplicación.....	36

# Capítulo 1. Introducción

---

## 1.1 Introducción

El mantener inventarios es una necesidad dentro de las empresas, ya que ayudan a reaccionar rápidamente durante las fluctuaciones aleatorias de la demanda y en los casos en los que los materiales tienen tiempos de entrega largo. Debido a esto, es difícil eliminar los inventarios en las compañías, sin embargo, se pueden aplicar sistemas de gestión para tener los niveles óptimos de inventario. (Osorio, 2008)

En el presente proyecto se aplicará un sistema de control de inventarios para la disminución de inventarios con los que se cuenta actualmente, esto debido a que uno de los objetivos de la compañía, en la que se aplicará este método, es el disminuir más del 50% de inventario total.

Para la aplicación de un sistema de control, se deben conocer los sistemas de control más comunes y conocer cuál es el que más conviene aplicar dentro de la compañía, esta búsqueda de conocimiento se encuentra en el capítulo 2 de este trabajo, donde también se muestran conceptos básicos como el que es un inventario y cuál es su importancia.

Una vez conocido el sistema de control a aplicar, se propone realizar una metodología que consiste en la selección y análisis de datos, aplicación del método y la evaluación de este para conocer la eficacia de emplearlo. Esta metodología se encuentra en el capítulo 3 de forma desarrollada, explicando cada una de las etapas mencionadas.

Al aplicar la metodología, se esperan diversos resultados, entre ellos, una nueva forma de comprar el material, una nueva forma de almacenar los materiales y que la aplicación del método de control de inventarios elegido, disminuya un 50% o más el inventario actual de los números de parte en los que se aplicará. Los resultados se encuentran en el capítulo 4 del presente trabajo, explicando cómo se llegó a ellos.

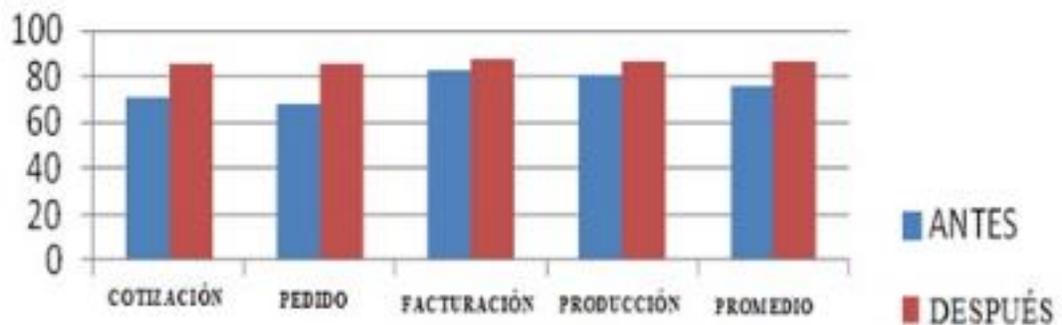
## 1.2 Antecedentes

Para la aplicación de un sistema de inventarios se requiere una política confiable de control, y se elegirá el tipo de control de acuerdo al nivel de complejidad de la operación, el número de ítems a controlar y la disponibilidad de información en tiempo real (Osorio, 2008).

Existe una variedad de sistemas de control de inventarios utilizados en distintas industrias, algunos de los más comunes, de acuerdo con Chaves (2005), fueron aplicados recientemente en diferentes partes del mundo con el mismo fin, mejorar la manera de gestionar sus inventarios.

Uno de ellos es el método de revisión periódica el cual fue utilizado por Pérez et al (2013) en el estudio de un modelo de gestión de inventarios en donde la demanda del producto cuenta con un comportamiento aleatorio uniforme, se eligió este método debido a que representa ventajas en tiempo y costos para la empresa en que se aplicó.

El funcionamiento del método consiste en que cada R unidades de tiempo se revisa el inventario efectivo y se ordena una cantidad tal que este inventario suba al valor máximo S. Este modelo requirió de la evaluación de nivel de servicio, los niveles de eficiencia y efectividad y del desempeño en las áreas de control de inventarios. Los autores midieron la efectividad de la propuesta con una prueba piloto durante 4 semanas en las cuales se realizaron las ordenes con base a los valores obtenidos de la aplicación del modelo de revisión periódica, obteniendo resultados favorables donde se elevaron los niveles de desempeño de todos los procesos tal y como se muestra en la figura 1. Además de estos resultados mostrados en la figura 1, se determinó que la compañía tendrá beneficios anuales de \$80,656, representados en utilidades que dejaría de percibir la empresa por no satisfacer la demanda de los clientes (Pérez et al, 2013).

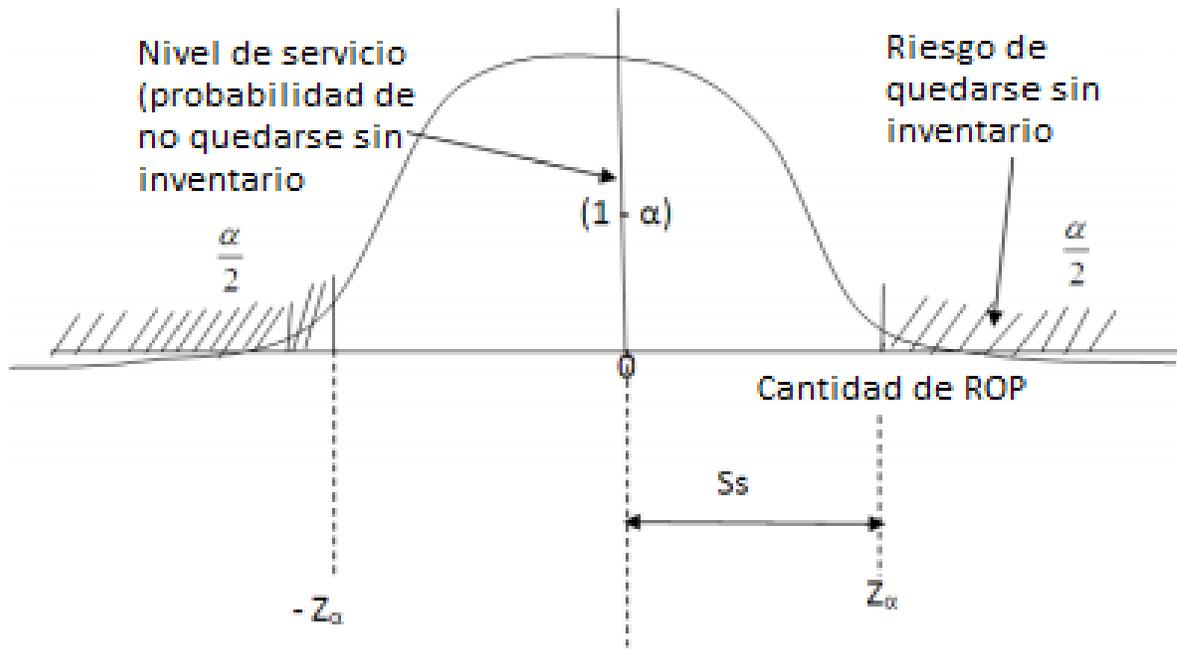


**Figura 1.** Impacto de las mejoras en el nivel de servicio después de aplicar método de revisión periódica. (Pérez et al, un modelo de gestión de inventarios para una empresa de productos alimenticios, p.234, 2013)

Otro método es el método de cantidad económica de pedido (EOQ) fue aplicado por Rodríguez (2015) al buscar implementar un método de control de inventarios en una empresa de alimentos. El método de EOQ fue implementado por primera vez en 1923 por Ford Whitman y este método es muy popular ya que es sencillo de utilizar y determina la cantidad óptima de producto que se debe pedir disminuyendo el gasto de inventario. Para poder obtener la cantidad económica de pedido se necesita conocer la demanda del producto, el tiempo de abastecimiento del material y el costo de mantener el inventario.

Rodríguez (2015) al implementar el método de EOQ utilizó un pronóstico de demanda de acuerdo al uso de los últimos 4 meses, se determinó el costo total del pedido de acuerdo a la cantidad comprada en un mes y el precio de cada artículo, el costo de mantener el inventario fue calculado con un 8% sobre el costo del producto, este porcentaje derivado del interés y costo de oportunidad (4%), obsolescencia y depreciación (1.5%), almacenamiento y manejo (1.5%), impuestos (0.5%) y seguros (0.5%) y, por último se obtuvo el costo de realizar un pedido. Con esos datos, se pudo obtener la cantidad económica de pedido al aplicar la fórmula del EOQ. Los resultados de la aplicación de este método fueron favorables para la empresa, ya que se pudo determinar cuáles son los productos con mayor demanda y cuáles son los niveles óptimos de pedido para que no queden sobrantes de inventario y no incurrir en gastos de mantenimiento de inventario más altos de los que la empresa desea. (Rodríguez, 2015).

Por otro lado, el método de punto de reorden (ROP) fue recientemente aplicado por Utazi y Godwin (2019) a principios de este año en una fábrica en Nigeria donde se desea adoptar la ideología de Justo a Tiempo (JIT) a través del modelo de control de inventarios, punto de reorden. Para estos autores, el punto de reorden basado en una distribución normal con un tiempo de abastecimiento variable y demanda variable, se puede representar en la figura 2, donde, la cantidad a ROP que se debe tener es la zona blanca, en la que se toma en cuenta el inventario de seguridad y el nivel de servicio deseado.



**Figura 2.** Modelo ROP representando en una distribución normal. Utazi y Godwi; CJASt, 34(3): 1-8, 2019; Artículo no.CJASt. 23574

Para poder calcular el punto de reorden de los materiales es necesario tener y/o calcular la demanda promedio y su desviación estándar, la media del tiempo de abastecimiento y su desviación estándar y el nivel de servicio deseado. Se aplica la fórmula para la obtención del punto de reorden y el resultado es la cantidad que se utilizar como base para hacer una nueva orden del material. La utilización de este modelo de control de inventarios tiene una significativa contribución en resolver los problemas de material no disponible y de ineficiencia en los sistemas de producción, por casos de tiempos de abastecimiento y demanda variables (Utazi & Godwin, 2019).

Por último, Velásquez (2019) en su trabajo de grado, utilizó los métodos punto de reorden (ROP) y cantidad económica de pedido (EOQ) para la mejora del sistema logístico de forma que se disminuyeran los costos de desabastecimiento en una compañía.

Primeramente, determino la cantidad económica de pedido con un nivel de confianza del 98% con el mismo método implementado por Rodríguez (2015) y una vez obtenido esto, procedió a calcular el punto de reorden tal como Utazi y Godwin (2019). Al tener tanto el EOQ y el ROP, se logró determinar en qué momento se debe ingresar una nueva orden de compra y cuál es la cantidad óptima de esta orden. Al realizar esta combinación de métodos, obtuvo resultados favorables, ya que logró disminuir los costos de faltantes en un 35% (Velásquez, 2019).

### **1.3 Justificación**

La implementación de un método de gestión de inventarios tiene el objetivo de reducir los niveles de existencias, así como el de asegurar la disponibilidad de material en el momento que se necesita. El tener un método de gestión para las cajas de mayor demanda ayudará a reducir el costo de inventario, métrico que es importante tener en su nivel más pequeño, pero sin dejar de lado el soporte a producción ya que se podrán tener los materiales en tiempo y forma para no afectar el plan de producción diario.

### **1.4 Hipótesis**

El control de inventarios en las cajas de arte, compradas con el proveedor PM Packaging, proporciona una disminución de un 50% en el valor del inventario de cajas de empaque acumulado al final de cada mes.

### **1.5 Preguntas de Investigación**

- ¿Cuál es el mejor método de control de inventarios para la empresa?
- ¿Cuáles son los números de parte de cajas de arte que tienen mayor demanda?
- ¿Cuál es la eficacia del método de control de inventario aplicado en las cajas de arte de mayor demanda?

### **1.6 Objetivos**

#### **1.6.1. Objetivo General**

Implementar un método de control de inventarios para las cajas de empaque utilizadas para producto final provenientes del proveedor "PM Packaging"

#### **1.6.2 Objetivos específicos**

- Determinar el método adecuado de control de inventarios para los ítems a analizar
- Analizar y determinar los 10 ítems con mayor demanda para aplicar el método
- Implementar el método de control de inventarios en los ítems elegidos
- Comunicar al proveedor sobre el nuevo método de inventarios a utilizar
- Medir la eficacia del método implementado.

## Capítulo 2. Marco Teórico

---

En este apartado se presentan diversos temas relevantes para la investigación y aplicación de este proyecto. Temas tales como lo que es la cadena de suministro y sus actividades principales, que son los inventarios y cuál es su importancia dentro de una compañía y los métodos de control de inventario más utilizados.

### 2.1 Cadena de Suministros

La cadena de suministros de una empresa abarca todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes, desde la obtención de la materia prima hasta la entrega del producto terminado al usuario final (Ballou, 2004). De acuerdo con Chávez y Torres-Rabello (2012), la cadena de suministros se trata de una logística más allá de los límites de la empresa, ya que abarca las relaciones, hacia atrás y adelante, con empresas proveedoras y empresas clientes. En otros términos, la Sociedad de Control de Inventarios y Producción de América (APICS por sus siglas en inglés) define la cadena suministros como una red global utilizada para entregar productos y servicios desde la materia prima hasta el consumo final a través de un flujo de efectivo e información y una distribución física.

Para Ballou (2004) las actividades principales en una cadena de suministro son las siguientes:

1. Los estándares de servicio al cliente
  - a. Determinar las necesidades y requerimientos del cliente para la logística del servicio al cliente
  - b. Determinar la respuesta del cliente al servicio
  - c. Fijar los niveles de servicio al cliente
2. Transporte
  - a. Selección del modo y servicio de transporte
  - b. Consolidación del flete
  - c. Rutas del transportador
  - d. Programación de los Vehículos
  - e. Selección de equipo
  - f. Auditorías de tarifas
3. Manejo de inventarios
  - a. Políticas de almacenamiento de materias primas y bienes terminados
  - b. Estimación de ventas a corto plazo
  - c. Mezcla de productos en los centros de aprovisionamiento
  - d. Número, tamaño y localización de los puntos de almacenamiento

- e. Estrategias a tiempo de sistema push y de sistema pull
- 4. Flujos de información y procesamiento de pedidos
  - a. Procedimientos de la interfaz pedidos de venta-inventarios
  - b. Métodos de transmisión de información de pedidos
  - c. Reglas de pedido

Las actividades apoyo, de acuerdo con este autor, son las siguientes:

1. Almacenamiento
  - a. Determinación de espacios
  - b. Distribución de las existencias y diseño de la dársena o punto para descarga
  - c. Configuración del almacén
  - d. Colocación de las existencias
2. Manejo de materiales
  - a. Selección del equipo
  - b. Políticas de reemplazo de equipos
  - c. Procedimientos de levantamiento de pedidos
  - d. Almacenamiento y recuperación de existencias
3. Compras
  - a. Selección de la fuente de suministros
  - b. Momento correcto para comprar
  - c. Cantidades a comprar
4. Embalaje de protección diseñado para:
  - a. Manejo
  - b. Almacenamiento
  - c. Protección por pérdida y daños
5. Cooperación con producción y operaciones
  - a. Especificar cantidades adicionales
  - b. Secuencia y rendimiento del tiempo de producción
  - c. Programación de suministros para producción y operaciones
6. Mantenimiento de información
  - a. Recopilación, almacenamiento y manipulación de la información
  - b. Análisis de datos
  - c. Procedimientos de control

El transporte y almacenamiento de inventarios son las actividades principales en la absorción de costos, cada una de ellas puede llegar a representar hasta un 60% de los costos logísticos totales. (Ballou, 2004).

## 2.2 Inventarios y su Importancia

Cruz (2017) describe el inventario como un listado ordenado, detallado y valorado de los bienes de una empresa. Estos bienes, se encuentran ordenados y detallados dependiendo de las características del bien que forma parte de la empresa. Las dos funciones básicas del inventario son el aprovisionamiento y la distribución. De igual forma, López (2014) indica que se puede definir al inventario como la existencia de bienes mantenidos para su uso o venta en el futuro. Para APICS (2016) el inventario son todos aquellos ítems utilizados para apoyar la producción (material prima y números de parte en proceso), actividades de soporte (mantenimiento, reparaciones) y servicio al cliente (producto terminado y partes de repuesto).

De acuerdo con Cruz (2017), los objetivos de todo inventario son los siguientes:

- Reducir riesgos
- Reducir costos, ya que permite que se programen las adquisiciones y la producción de la empresa de forma eficiente
- Reducir variaciones entre la oferta de la empresa y la demanda de los clientes
- Reducir costos de distribución, ya que permite programar el transporte.

La razón por la que las compañías mantienen un inventario es debido a que es un costo necesario para hacer un negocio. Al ser un costo, las compañías trabajan continuamente para encontrar el nivel óptimo de inventario que pueda maximizar las ganancias, la eficiencia de producción y el servicio al cliente (APICS, 2016).

Muller (2019) por otro lado, señala que existen 6 razones importantes por las cuales se mantiene inventario en una compañía, las cuales son:

- Previsibilidad
- Fluctuación en la demanda
- Inestabilidad de suministro
- Protección por precios cambiantes
- Descuentos por cantidades grandes
- Costos de pedido más bajos

Los sistemas de almacenamiento alimentan las estaciones de ensamble como un corazón bombea sangre por nuestras arterias. Si no están bombeando, solo mantenemos material suficiente en el área de ensamble para un turno y después paran. (Wisner, Tan, & Leong, 2014).

## 2.3 Métodos de Control de Inventarios

El control de inventarios es el suministro de bienes y servicios en el momento correcto con la calidad y cantidad correcta. Es un medio confiable por el cual se manejan los negocios para asegurar que los clientes están satisfechos y la compañía continúe en operación (Ogbo & Onekanma, 2014)

El objetivo de tener un control de inventarios es, comúnmente, el equilibrar objetivos que tienen conflicto entre ellos. Uno de esos objetivos es el mantener niveles bajo de inventario para tener mayor flujo de efectivo, por otro lado, compras tiene como objetivo el comprar a precios más bajos y para esto se tienen que hacer ordenes de materiales más grandes, así mismo, producción tiene como objetivo no parar líneas de ensamble y para lograrlo es necesario contar con materia prima (Axsater, 2015). Estos objetivos se deben balancear para llegar a tener el tamaño de inventario óptimo sin afectar a ningún departamento que dependa de este.

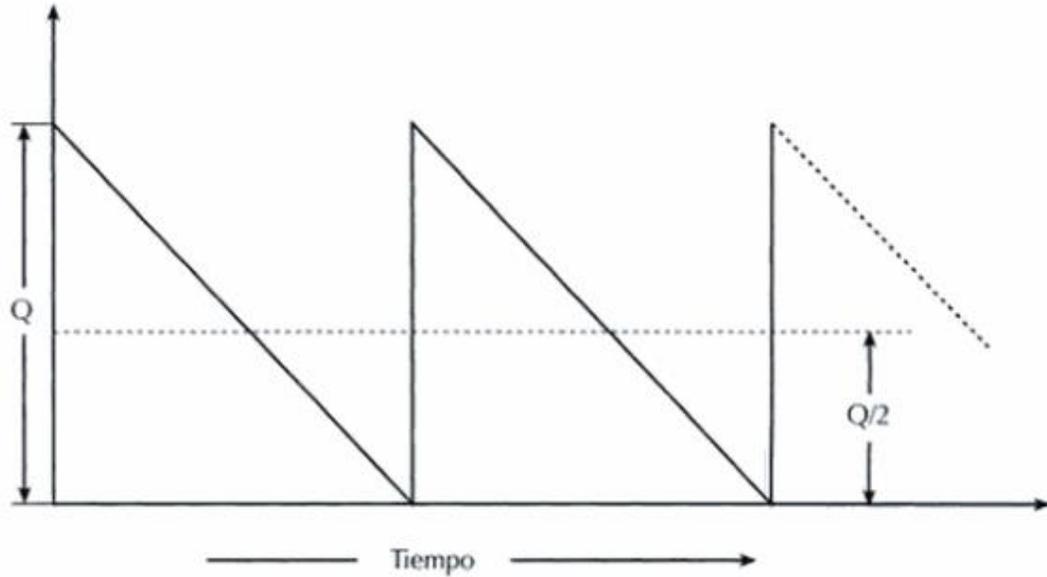
Saxena (2009) señala que el mantener bajos inventarios ayudara a liberar capital para utilizarlo en otros gastos de la compañía, de tal manera que haya un mayor flujo de efectivo, el cual se puede utilizar en la inversión de nuevos activos.

Existen diversos métodos para el control de inventarios, los más comunes, de acuerdo con Chaves (2005) en su libro titulado “Administración de Materiales”, son los siguientes:

### 2.3.1 Inventario promedio

Al tener una cantidad de pedido determinada, el inventario promedio es la cantidad media o mitad de pedido. En la fórmula 1, Q es la cantidad que se ha de pedir cuando se agotan las existencias del material analizado (ilustrado en la figura 3). Al utilizar el valor Q para definir el tamaño del pedido, la fórmula 1 puede servir de factor de seguridad para mantener en inventario siempre el material (Chaves, 2005).

$$Inventario Promedio = \frac{Q}{2} \quad (1)$$



**Figura 3.** Inventario Promedio. Inventario Q en relación con el tiempo. Chaves, V. E. (2005). Administración de Materiales. San José: EUNED.

### 2.3.2 Cantidad económica de pedido

Este modelo es el más utilizado ya que considera los costos de colocar el pedido y el de conservar el material en inventario, al utilizar estas variables, la cantidad de pedido es aquella que minimiza la suma de ambas.

$$Q = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_a M}} \quad (2)$$

Donde:

$C_p$  = Costo de colocar cada pedido, \$/pedido

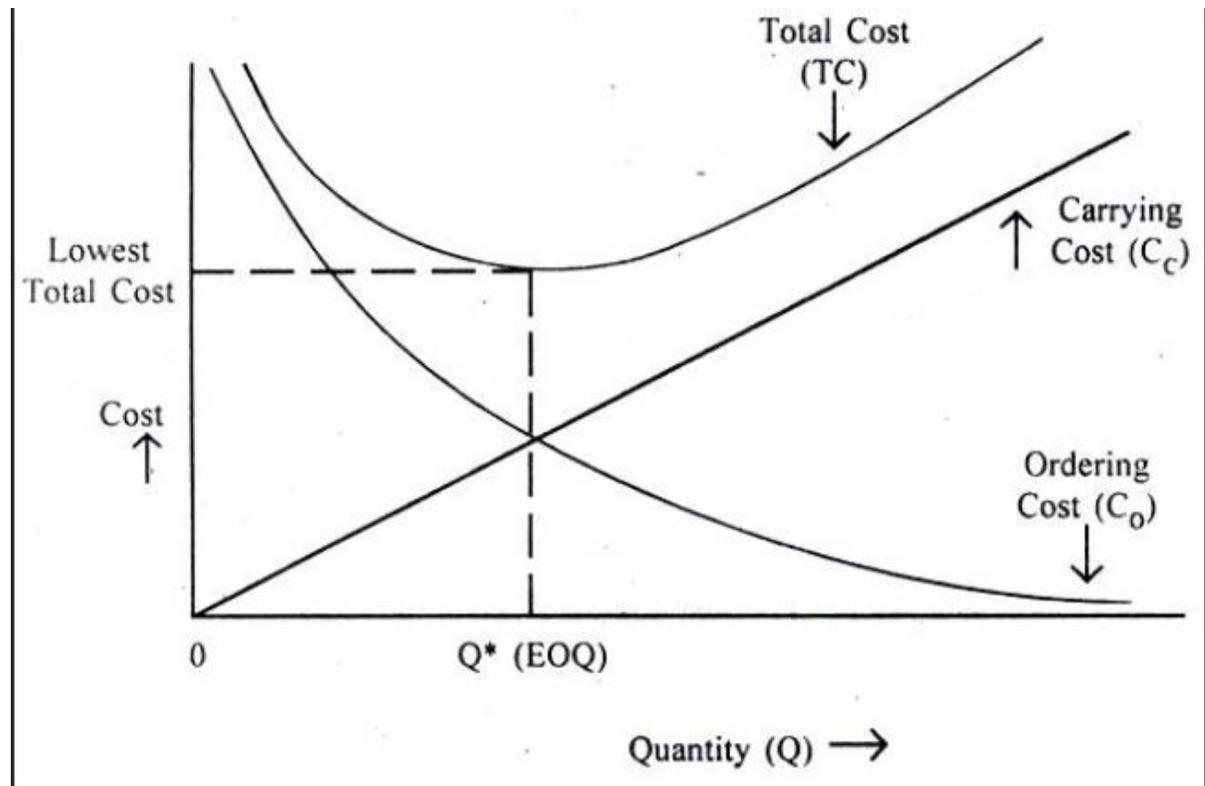
$D$  = Demanda anual del número de parte, unidades/año

$C_a$  = Costo de cada número de parte, \$/unidad

$M$  = Fracción anual de conservación en el inventario

$Q$  = Cantidad económica de pedido, unidades/pedido

Para esta ecuación (ecuación 2) no se consideran los descuentos en el costo unitario de cada número de parte, si no que, al variar los precios en función de la cantidad pedida, el costo unitario de cada número de parte disminuye si se pide una cantidad mayor (Izar & Méndez, 2013).



**Figura 4.** Cantidad económica de pedido óptima tomando en cuenta todos los factores de costo. Chaves, V. E. (2005). Administración de Materiales. San José: EUNED.

La cantidad de pedido calculada permite efectuar una mejor compra, asegurando que el inventario sea el óptimo (figura 4). (Chaves, 2005).

### 2.3.3 Punto de reorden (PR)

El punto de reorden es un modelo tradicional, el cual consiste en definir su valor, expresado en unidades de producto, con el cual se hace un nuevo pedido al proveedor una vez que se haya llegado a dicho nivel. Este método se fundamenta en calcular su valor con base en la demanda de material, el tiempo de entrega del proveedor y el inventario de seguridad.

$$PR = DLt + SS$$

(3)

Para calcular el PR se utiliza la ecuación 3. Donde:

PR = Punto de reorden, unidades

D = Demanda promedio, unidades/día

Lt = Tiempo de entrega promedio, días

SS= Inventario de seguridad, unidades

El inventario de seguridad se calcula por medio de la ecuación 4.

$$SS = Z\sigma_z \quad (4)$$

Donde:

Z = número de desviaciones estandarizadas de la curva normal que corresponde a un área igual al nivel de servicio P(z).

$\sigma_z$  = desviación estándar de la demanda del tiempo de entrega, unidades.

Para calcular el nivel de servicio se utiliza la ecuación 5.

$$P(z) = \frac{Cf \left(\frac{d}{q}\right)}{Cm + Cf \left(\frac{d}{q}\right)} \quad (5)$$

Donde:

Cf = costo de cada faltante, \$/faltante

Cm = costo anual de mantenimiento, \$/unidad

d = demanda de artículos, unidades/año

q = cantidad de pedido, unidades/pedido.

Para el cálculo de la desviación estándar de la demanda del tiempo de entrega para una distribución normal se utiliza la ecuación 6.

$$\sigma_z = \sqrt{\mu_t \sigma_d^2 + \mu_d^2 \sigma_t^2} \quad (6)$$

Donde:

$\sigma_d$  = desviación estándar de la demanda, unidades/día

$\sigma_t$  = desviación estándar del tiempo de entrega, días

Con estas ecuaciones se puede obtener el punto de reorden para cada número de parte en inventario (Izar, Ynzunza, & Zermeño, 2015).

### 2.3.4 Método de revisión periódica

Este modelo es recomendado para gestionar los inventarios de productos afines que soliciten en forma conjunta a un mismo proveedor. El control de revisión periódica determina un mayor inventario, pero los costos adicionales se compensan por costos administrativos reducidos, precios bajos o costos de adquisición más bajos. El inventario alto se justifica ya que se tiene una protección de las fluctuaciones de la demanda durante el intervalo de pedido y el tiempo de entrega (Milena & Rosseti, 2012)

Estos dos autores, Milena & Rosseti (2012), indican que el nivel de inventario de un artículo es auditado a intervalos determinados (T). La cantidad de un pedido es la diferencia entre una cantidad máxima (M) y la cantidad disponible en el momento de la revisión. Por lo tanto, el inventario se controla estableciendo T y M. Para determinar T se utiliza la ecuación 7.

$$T = \sqrt{\frac{(2S)}{Cm \cdot D}} \quad (7)$$

Donde:

T= Intervalo de tiempo

D= Velocidad de demanda, unidades/tiempo

S= Costo de emisión de la orden, \$/orden

Cm: Costo de mantenimiento de inventario, \$/unidad. tiempo

Para calcular el punto de nivel máximo se utiliza la ecuación 8.

$$M = D (T + LT) + z \cdot s'_d \quad (8)$$

Donde:

M= Nivel máximo

D= Velocidad de demanda, unidades/tiempo

T= Intervalo de tiempo

LT= Tiempo de entrega

z= Numero de desviaciones estándar desde la media de la distribución

$s'_d$  = desviación estándar de la distribución, calculada por la ecuación 9.

$$s'_d = s_d \sqrt{T + LT} \quad (9)$$

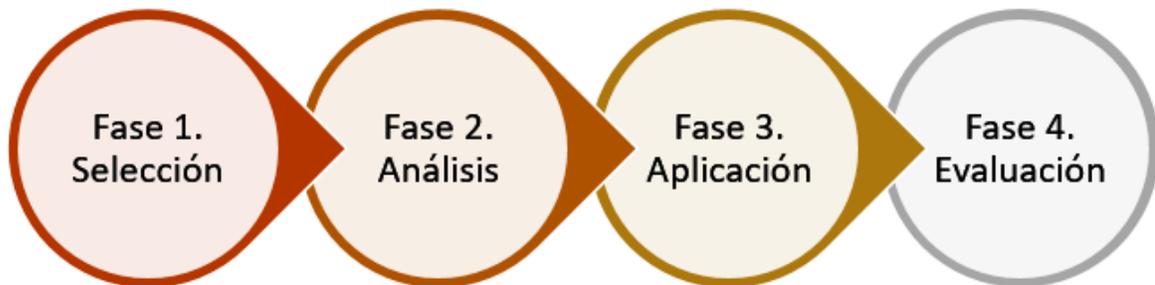
De acuerdo con Guerrero (2011) para que estos modelos garanticen su funcionalidad se requiere que se cumpla con los siguientes supuestos:

- La demanda se conoce con certeza y ocurre una tasa constante
- La tasa de producción es conocida y también ocurre una tasa constante
- Se permite diferir demanda a futuro

## Capítulo 3. Metodología

---

Para la realización de este proyecto se utilizará una metodología de 4 fases, descritas en la figura 5, las cuales van desde la selección de los números de parte a estudiar y el método de control de inventarios hasta la evaluación del método. De acuerdo con Niño Rojas (2011), la ejecución de un proyecto de aplicación se realiza mediante la selección de datos, el análisis de estos, su procesamiento y la evaluación de los resultados.



**Figura 5.** Metodología aplicada para la elaboración del proyecto

### 3.1 Fase 1. Selección

1. Análisis de demanda de los números de parte. Se analizó la demanda a futuro de cada uno de los números de parte por medio del pronóstico generado automáticamente con el FNR cargado por el equipo de planeación.
2. Se seleccionaron los 10 artículos de mayor impacto en demanda. De acuerdo al pronóstico, se eligieron los números de parte con mayor volumen para aplicar el nuevo método de control de inventarios en ellos.
3. Se seleccionó el método de control de inventarios de los métodos estudiados durante el proyecto, el cual fue seleccionado por los términos/datos necesarios para su aplicación.

### 3.2 Fase 2. Análisis

1. Se determinó la demanda, costo y uso diario de cada uno de los números de parte. Con datos históricos y pronósticos obtenidos de bases de datos se determinó el uso diario de los números de parte a utilizar y cuál es el precio de cada uno de estos.

2. Aplicación del método de control de inventarios. Se aplicó un método mixto, que incluye el método punto de reorden junto con la cantidad económica de pedido, debido a que el primer método toma en cuenta el uso diario, tiempos de entrega y el inventario de seguridad para evitar el desabastecimiento y el segundo método indica la cantidad adecuada a ordenar tomando en cuenta los mismos factores, pero además el costo de mantener el inventario y el costo del material. Se utilizaron los siguientes datos:

- Demanda
- Uso promedio diario
- Costo del producto
- Tiempo de entrega
- Costo unitario de los ítems
- Costo por colocar una orden
- Costo de mantener el inventario

Utilizando las ecuaciones 2, para el cálculo de la cantidad económica de pedido, ecuación 3 para el cálculo de punto de reorden y ecuación 4 para el cálculo de inventario de seguridad, presentadas en el capítulo 2 de este trabajo. A

$$Q = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_a M}} \quad (2)$$

Donde:

$C_p$  = Costo de colocar cada pedido, \$/pedido

$D$  = Demanda anual del número de parte, unidades/año

$C_a$  = Costo de cada número de parte, \$/unidad

$M$  = Fracción anual de conservación en el inventario

$Q$  = Cantidad económica de pedido, unidades/pedido

$$PR = DLt + SS$$

(3)

Donde:

$PR$  = Punto de reorden, unidades

$D$  = Demanda promedio, unidades/día

Lt = Tiempo de entrega promedio, días

SS= Inventario de seguridad, unidades

$$SS = Z\sigma_z \quad (4)$$

Donde:

Z = número de desviaciones estandarizadas de la curva normal que corresponde a un área igual al nivel de servicio P(z).

$\sigma z$  = desviación estándar de la demanda del tiempo de entrega, unidades.

3. Se determinó la cantidad de inventario óptima. De acuerdo a los resultados obtenidos, se registró la cantidad de inventario en el sistema con la que se debe contar en almacén para evitar tener material extra o faltante.

### 3.3 Fase 3. Aplicación

1. Se asignó e identificó un espacio en almacén para mantener el nivel de inventario óptimo de cada uno de los números de parte elegidos. Cada uno de los espacios está diseñado para mantener el nivel máximo de inventario para así evitar que se almacenen en locaciones separadas.
2. Se compró el material necesario para tener los niveles de inventario óptimos de acuerdo a los resultados obtenidos en la aplicación del método.
3. Se le hizo saber al proveedor que se estarán trabajando estos números de parte bajo un control de inventarios para evitar que envíen material extra o faltante, es decir, que envíen solo lo que se les pidió.

### **3.4 Fase 4. Evaluación**

1. Se obtuvieron los datos de inventario anteriores a la aplicación del método de control de inventarios. Por medio de los datos históricos se realizó un análisis del costo del inventario en existencia antes del control de inventarios.
2. Se obtuvieron los datos de falta de material anteriores a la aplicación del método de control de inventarios. Por medio de datos históricos de planeación se determinó el impacto en dinero por falta de cajas de arte en la línea de ensamble final.
3. Se compararon los datos del antes y después de la aplicación del método de control de inventarios. Se compararon los datos obtenidos anteriormente para medir la eficacia del método empleado y cuál ha sido el impacto para la empresa como resultado de haber implementado el control de inventarios en estos números de parte.

### 3.5 Cronograma de Trabajo

El cronograma del trabajo se presenta en la figura 6 El cual consta de 21 semanas, comenzando el trabajo en la semana del 29 de abril del 2019 y finalizando en la semana del 16 de septiembre del 2019.

ACTIVIDAD	Semana											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-20	21	
Selección de método de control de inventarios	■	■										
Selección de los 10 números de parte a utilizar			■	■								
Análisis de demanda, costo y uso diario de cada uno de los números					■							
Aplicación del método de control de inventarios						■						
Asignación de espacio físico en almacén para los números en el programa							■	■	■			
Contrato con proveedor							■					
Crear órdenes de compra (PO's)								■				
Compra del material necesario para cumplir los niveles de inventario										■	■	
Evaluación del método de control de inventarios utilizado												■

Figura 6. Cronograma de actividades del proyecto

## Capítulo 4. Resultados y Discusiones

---

### 4.1 Análisis de la Demanda y Selección

Los números de parte que maneja el proveedor “PM PACKAGING” son los que se utilizan para los productos terminados de mayor volumen y alto costo. Al realizar el análisis de la demanda de cada uno de estos números, se encontró que hay 25 números de parte con demanda actual. La cual va desde 80,489 unidades hasta 1,747 unidades de demanda dentro de un periodo de 52 semanas. En la tabla 1 se pueden observar estos 25 números de parte, los cuales, por motivos de confidencialidad, se enumeran del 1 al 25.

**Tabla 1.** Demanda de los números de parte del proveedor PM Packaging

Número de Parte	Pronostico de demanda a 52 semanas
1	80,489
2	56,329
3	48,026
4	41,353
5	37,179
6	34,595
7	27,620
8	25,134
9	24,564
10	24,068
11	23,651
12	23,472
13	23,280
14	23,105
15	19,059
16	16,694
17	13,501
18	9,206
19	8,736
20	6,581
21	5,943
22	4,960
23	2,789
24	2,050
25	1,747

De estos 25 números de parte, por fines prácticos, se seleccionaron los 10 con mayor demanda para la aplicación de este proyecto, los cuales se muestran en la tabla 2, el pronóstico de demanda en las siguientes 52 semanas de estos números de parte va desde 78,489 unidades hasta 14,068.

**Tabla 2.** Números de parte seleccionados

Número de Parte	Pronostico de demanda a 52 semanas
1	80,489
2	56,329
3	48,026
4	41,353
5	37,179
6	34,595
7	27,620
8	25,134
9	24,564
10	24,068

## 4.2 Análisis de números de parte

### 4.2.1 Descripción de números de parte

Para cada número de parte se enlistó su precio estándar, su tiempo de entrega y la cantidad que viene por tarima, como se puede ver en la tabla 3. Estos datos ayudarán a determinar el costo de inventario que se tiene actualmente y el inventario deseado, así como también, los días de inventario con lo que se cuenta actualmente, además de todos los cálculos para la aplicación del método mixto, donde es necesario encontrar el punto de reorden y cantidad económica de pedido.

**Tabla 3.** Desglose de cada número de parte

Número de Parte	Precio estándar	Tiempo de Entrega (días)	Cantidad por tarima
1	\$ 0.73	3	1,500
2	\$ 0.73	3	1,500
3	\$ 1.13	3	350
4	\$ 1.33	3	350
5	\$ 1.02	3	700
6	\$ 1.53	3	700
7	\$ 2.16	3	1,500
8	\$ 1.61	3	350
9	\$ 3.60	3	350
10	\$ 2.04	3	350

#### 4.2.2 Cálculo de uso diario

De la base de datos de la empresa, se tomó el uso histórico de 12 meses para cada uno de los números de parte, se calculó el promedio de uso mensual, y una vez obtenido esto se dividió el promedio entre la cantidad de días del mes, para el estudio de este proyecto se determinó que un mes comprende 24 días, ya que no se trabaja en sábados y domingos en la compañía, los resultados se muestran en la tabla 4.

**Tabla 4.** Uso diario promedio

Número de parte	Uso en los últimos 12 meses	Promedio mensual	Desviación Estándar	Uso diario Promedio
<b>1</b>	75,496	6,291	687	262
<b>2</b>	44,401	3,700	377	154
<b>3</b>	36,867	3,072	314	128
<b>4</b>	30,454	2,538	601	106
<b>5</b>	26,149	2,179	425	91
<b>6</b>	27,460	2,288	224	95
<b>7</b>	17,620	1,468	319	61
<b>8</b>	15,733	1,311	204	55
<b>9</b>	13,900	1,158	120	48
<b>10</b>	13,300	1,108	119	46

Como se puede ver en la tabla 4, el uso diario promedio no va más allá de 262 unidades y el número de parte que menos se utiliza tiene un uso de 46 unidades. Estos datos se determinaron utilizando el uso en los últimos 12 meses ya que el pronóstico actual tiene una veracidad de menos del 50% por lo que no se quiere seguir utilizando pronósticos para determinar las compras de materiales, si no, tenerlos solo de referencia para posibles cambios de demanda en un futuro.

### 4.3 Desarrollo del método de control de inventarios

#### 4.3.1 Cálculo de Inventario de Seguridad

El inventario de seguridad de cada número de parte es necesario para obtener el punto de reorden de estos. Sin un inventario de seguridad, la variación de la demanda no se tomaría en cuenta y se recurriría a faltantes de inventario en los meses en los que el consumo sea más alto.

Para el cálculo del inventario de seguridad se utilizó la ecuación 4, donde el nivel de servicio utilizado es de 95% y la desviación estándar es la de la demanda de los últimos 12 meses de cada número de parte, al aplicar la ecuación se obtiene lo siguiente:

$$SS = Z\sigma_z$$

(4)

$$SS1 = 1.64 * 687 = 1127 \text{ unidades}$$

El inventario de seguridad para cada uno de los números de parte se puede ver en la tabla 5, donde se tienen los datos con los que se obtuvo cada uno de ellos.

**Tabla 5.** Inventario de seguridad

	<b>Z</b>	<b><math>\sigma z</math></b>	<b>SS</b>
<b>Número de parte</b>	<b>Nivel de Servicio (95%)</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Inventario de seguridad</b>
<b>1</b>	1.64	687	1,127
<b>2</b>	1.64	377	618
<b>3</b>	1.64	314	515
<b>4</b>	1.64	601	986
<b>5</b>	1.64	425	697
<b>6</b>	1.64	224	367
<b>7</b>	1.64	319	523
<b>8</b>	1.64	204	335
<b>9</b>	1.64	120	197
<b>10</b>	1.64	119	195

### 4.3.2 Cálculo de punto de Reorden

El punto de reorden indica, que cuando el inventario llegue debajo de cierta cantidad calculada, se debe realizar la siguiente compra.

Para el cálculo del punto de reorden se utilizó la ecuación 3, donde se utilizó la cantidad de unidades diarias consumidas, el tiempo de entrega de cada número de parte y el inventario de seguridad calculado en la sección 4.3.1. Al aplicar la ecuación se obtiene lo siguiente:

$$PR = DLt + SS$$

(3)

$$PR1 = 262 * 3 + 1,127 = 1913 \text{ unidades}$$

Se aplicó la misma ecuación para cada número de parte y se obtuvieron los puntos de reorden mostrados en la tabla 6 donde también se muestran los datos con los que se realizaron los cálculos.

**Tabla 6.** Punto de Reorden

	<b>D</b>	<b>LT</b>	<b>SS</b>	<b>PR</b>
<b>Número de Parte</b>	<b>Promedio de uso diario</b>	<b>Tiempo de Entrega</b>	<b>Inventario de Seguridad</b>	<b>Punto de Reorden</b>
<b>1</b>	262	3	1,127	1,913
<b>2</b>	154	3	618	1,081
<b>3</b>	128	3	515	899
<b>4</b>	106	3	986	1,303
<b>5</b>	91	3	697	969
<b>6</b>	95	3	367	653
<b>7</b>	61	3	523	707
<b>8</b>	55	3	335	499
<b>9</b>	48	3	197	342
<b>10</b>	46	3	195	334

### 4.3.3 Cálculo de Cantidad Económica de Pedido

La cantidad económica de pedido es necesaria para saber cuánto se debe ordenar una vez que el punto de reorden llega a bajar. Este método es complementario al método de punto de reorden y facilita el orden del material ya que siempre se pedirá la misma cantidad y el proveedor puede estar preparado con material para la siguiente orden.

La cantidad económica de pedido es calculada al aplicar la ecuación 2 de este documento, para su aplicación se utilizó la demanda anual pronosticada de cada número de parte, un costo de ordenar de 10, la fracción de conservar el inventario de 18% y el costo de cada número de parte. Los datos de costo de ordenar y la fracción de conservar el inventario son datos presentados por el gerente de inventarios. Una vez aplicada la ecuación con esos datos se obtuvieron los siguientes resultados:

$$Q = \sqrt{\frac{2CpD}{CaM}} \quad (2)$$

$$Q1 = \sqrt{\frac{2 * 10 * 78,489}{0.73 * .18}} = 3,450 \text{ unidades}$$

La cantidad económica para cada uno de los números de parte se calculó de la misma manera, en la tabla 7 se muestran los resultados obtenidos para todos los números de parte.

Tabla 7. Cantidad Económica de Pedido

	D	Cp	Ca	M	Q
Número de Parte	Demanda anual	Costo de ordenar	Precio estándar	Fracción de conservar inventario	Cantidad económica de pedido
1	78,489	10	\$ 0.73	18%	3,450
2	46,329	10	\$ 0.73	18%	2,650
3	38,026	10	\$ 1.13	18%	1,936
4	31,353	10	\$ 1.33	18%	1,618
5	27,179	10	\$ 1.02	18%	1,725
6	24,595	10	\$ 1.53	18%	1,337
7	17,620	10	\$ 2.16	18%	952
8	15,134	10	\$ 1.61	18%	1,021
9	14,564	10	\$ 3.60	18%	670
10	14,068	10	\$ 2.04	18%	876

Las cantidades obtenidas se deben redondear a la cantidad de unidades que vienen en cada tarima, ya que estos materiales se venden por tarima. Los resultados después de hacer esto, se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Cantidad Económica de Pedido Redondeada

Número de Parte	Cantidad Económica de Pedido	Cantidad por Tarima	Cantidad Económica de Pedido Redondeada
1	3450	1,500	3,000
2	2650	1,500	3,000
3	1936	350	1,750
4	1618	350	1,750
5	1725	700	1,400
6	1337	700	1,400
7	952	1,500	1,500
8	1021	350	1,050
9	670	350	700
10	876	350	700

Las cantidades fueron redondeadas a la cantidad más cercana del siguiente múltiplo, por lo que en algunos casos puede ser menor o mayor a la cantidad calculada con la ecuación 2.

#### 4.3.4 Tabla de Resumen

Los resultados obtenidos en las secciones anteriores se presentan en la tabla 9 en manera de resumen, donde se pueden ver los datos importantes para el ordenamiento de cada número de parte.

**Tabla 9.** Resumen de resultados

Numero de Parte	Punto de Reorden	Cantidad a Ordenar	Inventario Mínimo (Unidades)	Inventario Mínimo \$\$	Inventario Máximo (unidades)	Inventario Máximo \$\$
1	1,913	3,000	1914	\$ 1,402.71	4,913	\$ 3,600.59
2	1,081	3,000	1082	\$ 792.97	4,081	\$ 2,990.84
3	899	1,750	900	\$ 1,014.75	2,649	\$ 2,986.75
4	1,303	1,750	1304	\$ 1,734.91	3,053	\$ 4,061.86
5	969	1,400	970	\$ 984.90	2,369	\$ 2,405.40
6	653	1,400	654	\$ 1,000.34	2,053	\$ 3,140.22
7	707	1,500	708	\$ 1,530.21	2,207	\$ 4,770.02
8	499	1,050	500	\$ 806.47	1,549	\$ 2,498.44
9	342	700	343	\$ 1,235.43	1,042	\$ 3,753.13
10	334	700	335	\$ 682.29	1,034	\$ 2,105.92

Con los datos calculados se obtuvo la cantidad máxima de inventario que es igual a la suma del punto de reorden más la cantidad a ordenar, obteniendo así, que la cantidad en dinero de inventario máxima a tener es de \$32,313.18. Y la cantidad mínima de inventario, que es igual a la suma del inventario antes de llegar al punto de reorden, de un total de \$11,184.98.

## 4.4 Implementación

### 4.4.1 Espacio de Almacenamiento

Anteriormente el inventario de estos materiales se encontraba en diversas locaciones, ya que se fue acumulando al punto de que no se pudiera tener en el mismo lugar y estuvieran dispersos por todo el almacén, perdiendo materiales o mezclándolos en algunos casos.

Actualmente, se realizó en almacén un cambio de localidades, donde, un mismo número de parte pudiera estar en la misma locación. Para esto, se determinó la cantidad de tarimas máxima para cada número de parte, ver en tabla 10, y se estableció el lugar físico para posicionarlos, estos lugares fueron identificados con el número de parte que les corresponde y son respetados para almacenar solo el número de parte que va en él.

**Tabla 10.** Tarimas a almacenar

Numero de Parte	Inventario Máximo (unidades)	Cantidad por Tarima	Tarimas a Almacenar
1	4,913	1,500	4
2	4,081	1,500	3
3	2,649	350	8
4	3,053	350	9
5	2,369	700	4
6	2,053	700	3
7	2,207	1,500	2
8	1,549	350	5
9	1,042	350	3
10	1,034	350	3

Se identificaron los espacios para las 44 tarimas que se tendrán como máximo en inventario y se reacomodo en las locaciones el material que se tiene actualmente en inventario, en los casos en que se tenía en inventario más material físico que el máximo a almacenar, se dejó el exceso en las locaciones anteriormente existentes y se esperó hasta que se consumiera para que todo el inventario quedara en una sola locación en el sistema.

En las figuras 7,8 y 9 se puede ver como quedaron las locaciones en almacén y en sistema identificadas con la palabra VMIHKL de tal forma que se puedan identificar como materiales que se compran por medio de un punto de reorden y cantidad económica



**Figura 7.** Locaciones en almacén para los números de parte de este proyecto



**Figura 8.** Locación en almacén para un solo número de parte

Item On Hand	Location On Hand	Location
4,250.250	4,125.000	VMIKHL

**Figura 9.** Locaciones de almacén identificadas en el sistema  
Fuente: Sistema MPS Syteline

#### 4.4.2 Comunicado a el proveedor

Se le hizo un comunicado formal al proveedor sobre el nuevo método de compra para los números de parte seleccionados, en donde, se le informa que las compras se realizarán por medio de órdenes de compra abiertas para cada uno de los números de parte, llamadas “BPO” internamente, las cuales comprendan un periodo de tiempo de 12 meses. Además, se le informa que la forma de comprar será por líneas liberadas bajo el mismo número de orden de compra y constará de la misma cantidad de pedido, a menos que se indique lo contrario en la línea liberada, por lo que se le pide que no se entregue cantidad de más o de menos para evitar problemas en el flujo de materiales.

Por cuestiones de confidencialidad, no se puede incluir en este trabajo el comunicado formal enviado a el proveedor, sin embargo, se deja un fragmento de este el cual se puede ver en la figura 10. Se tuvo una reunión con el proveedor y se aclararon las dudas que se tenían hasta que el nuevo método fue claro, el resultado de esta reunión fue el comunicado firmado por el proveedor con los acuerdos realizados por ambas partes.

The buyer will issue a Blanket Purchase Order (BPO) per item per year for the parts listed on Attachment (A). The BPO quantity will be an estimation based on the daily usage at the time of the BPO creation for the yearly period of June 1st to May 31st (12 months), the quantity stated on the original BPO will be 999999, but the real quantity will be the one send in the release. The buyer will request releases to the BPO based on the economic order quantity (EOQ). Prices supplied on these Blanket Purchase orders will be in accordance with the individual item outlined in Attachment A.

All new parts must go through a first article inspection at the company before being shipped for the first time from PM Packaging. In the event that any hardware is rejected for quality reasons, the company will not be held liable for the non-conforming inventory and PM Packaging agrees to replace this inventory.

**Figura 10.** Fragmento de comunicado al proveedor

### 4.4.3 Compra de Material

Para la compra del material se crearon 10 órdenes de compra abiertas, las cuales se pueden ver en la tabla 11. Estas órdenes de compra fueron enviadas a el proveedor y cada que haya un nuevo requerimiento se utilizara la misma orden de compra, pero con diferente número de línea.

**Tabla 11.** Numero de orden de compra por número de parte

Numero de orden de compra	Numero de Parte
P010131414	1
P010131415	2
P010131416	3
P010131417	4
P010131418	5
P010131419	6
P010131420	7
P010131421	8
P010131422	9
P010131423	10

Además, se creó un archivo en formato Excel para que el comprador pueda ver que números de partes son necesarios comprar una vez que se llegue al punto de reorden. En la figura 11 se puede ver un ejemplo del resultado que esta hoja de Excel da al comprador una vez que este ingresa el inventario actual.

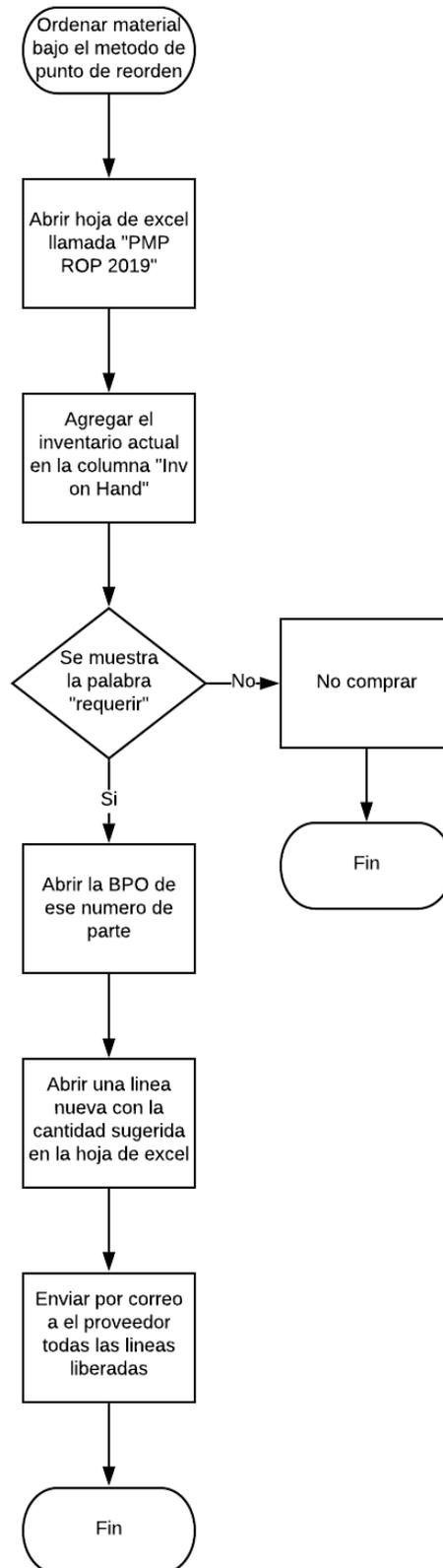
Item	ROP	Inv. On Hand	Status	Pcs a Enviar
1	<b>1,913</b>	3,600	Inv. OK	0
2	<b>1,081</b>	2,337	Inv. OK	0
3	<b>899</b>	2,455	Inv. OK	0
4	<b>1,303</b>	1,200	<b>Requerir</b>	<b>1750</b>
5	<b>969</b>	786	<b>Requerir</b>	<b>1400</b>
6	<b>653</b>	2,422	Inv. OK	0
7	<b>707</b>	968	Inv. OK	0
8	<b>499</b>	498	<b>Requerir</b>	<b>1050</b>
9	<b>342</b>	433	Inv. OK	0
10	<b>334</b>	993	Inv. OK	<b>700</b>

**Figura 11.** Ejemplo de resultado en la hoja de Excel  
Fuente: Creación propia

Lo que hace este archivo es comparar el inventario actual con el punto de reorden, si el inventario es menor a el punto de reorden, automáticamente pide requerir y da las piezas a enviar de acuerdo a la cantidad económica de pedido del número de parte, si el inventario es mayor a el punto de reorden, automáticamente menciona que el inventario está bien.

Se realizó un procedimiento interno para compra de estos materiales, el diagrama de flujo de este procedimiento se muestra en la figura 12, donde se le señala a el comprador cuales son los pasos para hacer la compra de los materiales en este proyecto.

Se utilizó la hoja de Excel para hacer los requerimientos durante 3 meses, en los que si el inventario bajaba al punto de reorden se mandaba comprar la cantidad económica de pedido a el proveedor.



**Figura 12.** Diagrama de flujo para compra de los números de parte de este proyecto  
Fuente: Creación propia

## 4.5 Evaluación del Método de Control de Inventarios

### 4.5.1 Antes de la Aplicación del Método de Control

Con base en datos históricos, se encontró que la cantidad de inventario promedio, de los últimos 6 meses, mantenida en el almacén al final de cada mes era de \$52,032.78. Siendo el mes de abril cuando se llegó a tener más inventario y el mes de enero cuando se tuvo menos, tal como se muestra en la tabla 12.

**Tabla 12.** Inventario al final de cada mes antes de la aplicación

Mes y Año	Inventario al final de cada mes \$
Diciembre 2018	\$ 42,638.19
Enero 2019	\$ 48,823.83
Febrero 2019	\$ 52,817.48
Marzo 2019	\$ 53,742.68
Abril 2019	\$ 60,413.37
Mayo 2019	\$ 53,761.10
<b>Promedio</b>	\$ 52,032.78

La temporada alta de la compañía es de los meses octubre a enero, siendo estos los meses en que se consume más inventario, es por esto que se ve el aumento en inventarios los otros meses.

### 4.5.2 Después de la Aplicación del Método de Control

Una vez aplicado el método de control, el promedio de inventario al final de cada mes, en un periodo de aplicación de 3 meses, es de \$36,905.32, siendo junio el mes más alto y agosto el mes en el que se registró la menor cantidad de inventario desde hace más de 12 meses. La tabla 13 muestra la cantidad de inventario en los 3 meses que se ha aplicado el método.

**Tabla 13.** Inventario al final de cada mes después de la aplicación

Mes y Año	Inventario al final de cada mes \$
Junio 2019	\$ 43,199.24
Julio 2019	\$ 36,695.11
Agosto 2019	\$ 30,821.60
<b>Promedio</b>	\$ 36,905.32

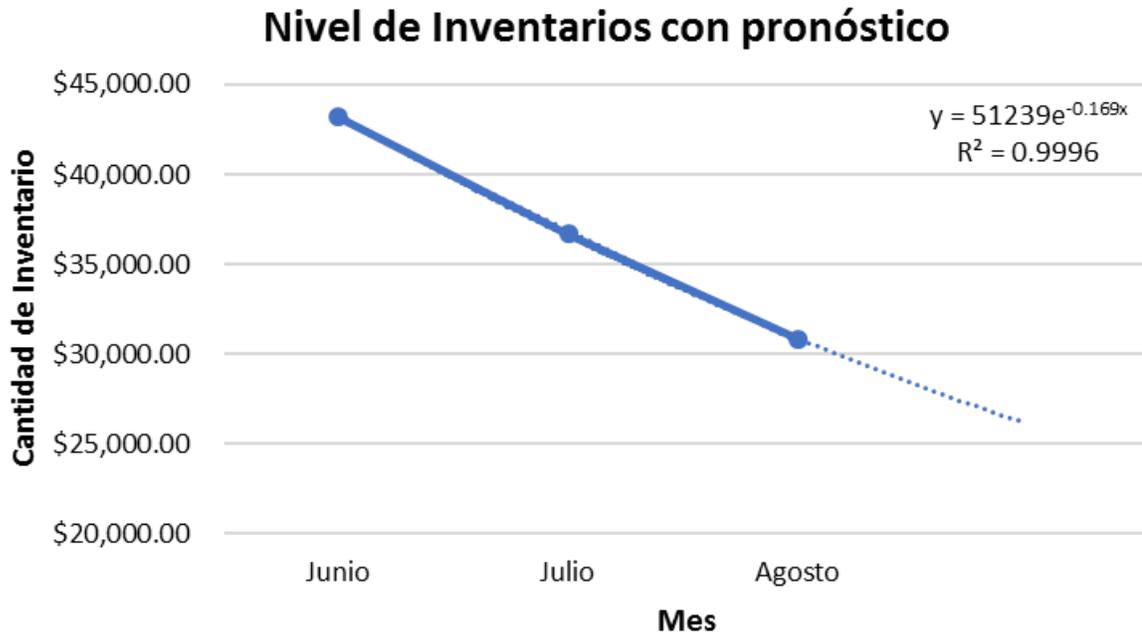
Estos resultados se graficaron, ver figura 13, mostrando una clara tendencia hacia abajo cada mes.



**Figura 13.** Gráfico de inventario por mes

Fuente: Creación propia

Realizando un pronóstico exponencial con los datos del mes de junio, julio y agosto se puede determinar, con una  $R^2$  de 0.99, que el mes de septiembre se tendrá un inventario de \$26,063.12, lo cual se puede ver graficado en la figura 14.



**Figura 14.** Gráfico de inventario por mes con pronóstico de un periodo más  
Fuente: Creación propia

En la tabla 14, se muestra la cantidad de inventario al final del mes de agosto, casi todos los números de parte están debajo del nivel máximo de inventario, por excepción del número de parte 8.

**Tabla 14.** Inventario al final de cada mes después de la aplicación

Numero de Parte	Inventario Máximo	Inventario en Agosto 2019 (unidades)	Inventario Agosto 2019 \$\$
1	4,913	4,794	\$ 3,513.38
2	4,081	3,920	\$ 2,872.85
3	2,649	2,537	\$ 2,860.47
4	3,053	2,740	\$ 3,645.43
5	2,369	2,190	\$ 2,223.65
6	2,053	1,956	\$ 2,991.85
7	2,207	2,161	\$ 4,670.60
8	1,549	1,588	\$ 2,561.35
9	1,042	995	\$ 3,583.84
10	1,034	932	\$ 1,898.18

### 4.5.3 Eficacia del Método de Control

Para medir la eficacia del método de control de punto de reorden junto con el método de cantidad económica de pedido, se utilizó la ecuación 10.

$$E = \frac{I_o}{I_a} * 100 \quad (10)$$

Donde:

E= Eficacia

Io= Inventario obtenido después de la aplicación del método

Ia= Inventario anterior a la aplicación del método

Como inventario obtenido después de la aplicación del método, se tomó la cantidad con la que cerramos el mes de agosto, ya que las cantidades van disminuyendo, y como inventario anterior a la aplicación del método se tomó el promedio de los 6 meses históricos. Obteniendo una eficacia del 41%.

$$E = 1 - \frac{30821.60}{52032.78} * 100 = 41\%$$

Al calcular la eficiencia del método con el pronóstico del mes de septiembre se obtiene que para el cuarto mes de la aplicación se obtendrá una disminución del 50% de inventarios.

$$E = 1 - \frac{26063.12}{52032.78} * 100 = 50\%$$

## 4.6 Discusiones

Este proyecto de aplicación, tuvo como finalidad la aplicación de un método de control de inventarios para disminuir el inventario de cajas de arte que fue incrementando por la generación de órdenes de compra utilizando un pronóstico inestable y poco confiable.

De acuerdo con Ogbo (2014) el control de inventarios es el suministro de bienes y servicios en el momento correcto, con la calidad correcta y cantidad correcta, por lo que es indispensable conocer cuándo y cuánto es lo que se debe suministrar para que la compañía tenga un flujo adecuado de inventarios.

Para la aplicación del método fue necesario tener el apoyo del gerente de inventarios y gerente de almacén, debido a que implicó cambios importantes en sus áreas de trabajo. Como la selección de una locación para cada número de parte estudiado y la aplicación de una nueva forma de generar inventarios.

Al aplicar el método de control mixto, en el cual se utilizan el punto de reorden y cantidad económica de pedido, se pudo determinar el momento en que se debe hacer una compra y la cantidad por la que se debe realizar, logrando una disminución en el inventario al final de cada mes del 41% en tan solo 3 meses.

Una de las limitantes para mostrar el resultado esperado en este trabajo, fue el tiempo de aplicación, 3 meses de aplicación fue un corto periodo, sin embargo, fue suficiente para saber que con la aplicación de este método de control se puede lograr disminuir el inventario actual. Con los resultados obtenidos, se espera que para final de año el inventario, de los diez números de parte aplicados, tenga una disminución mayor al 50%. Además, se puede continuar con la aplicación de este método a más números de parte para continuar con la disminución de inventarios dentro de la compañía.

## Capítulo 5. Conclusiones

---

Se implementó un método de control de inventarios mixto, el cual comprende al método de punto de reorden y método de cantidad económica de pedido, el primero para determinar la cantidad mínima para tener en inventario y evitar paros de línea y el segundo para determinar la cantidad a ordenar una vez que se llegue a la cantidad mínima. Al aplicar estos métodos en conjunto, se complementaron uno al otro para tener los resultados obtenidos.

Se identificaron los números de parte de cajas de arte con mayor demanda dentro de la compañía y su uso real diario. Identificando que la caja que tiene mayor uso es de 262 unidades, es decir, 6,288 unidades al mes en promedio, por lo que se concluyó que no había razón para tener más de esa cantidad en inventario si no se consumirá realmente.

Se logró generar un procedimiento de compra para los números de parte que se implementen bajo este método de control de inventarios en el que se detalla al comprador, con sencillo pasos, como y cuando ordenar más material.

Con la aplicación del método de control mixto, se logró disminuir el inventario al final del mes en un 41%, ahorrando \$21,211.18 en los 10 números de parte estudiados en este proyecto. Notándose una disminución desde el primer mes de aplicación hasta el tercer mes y un 50% pronosticado para el cuarto mes.

A pesar de que la meta es el disminuir un 50%, se espera que, al continuar con la aplicación de este modelo, en los próximos 4 meses del año se logre una disminución de más del 50% y permanezca de esta manera para los próximos periodos. De igual manera, al ver el ahorro generado en solo 10 números de parte, se recomienda aplicar el mismo método al resto de cajas de arte que se utilizan en la compañía para continuar con la disminución de inventarios.

Asimismo, se sugiere comenzar la aplicación de este método de control de inventarios a los números de parte de mayor inventario, no solo a los de empaque, ya que las compras por medio de pronósticos están generando inventarios en exceso que se podrían evitar si se comienza utilizar el uso diario real de los números de parte.

## Literatura citada

---

- APICS. (2016). CSCP. Supply Chain Design. Illinois: APICS.
- Axsater, S. (2015). Inventory Control. Lund: Springer.
- Ballou, R. H. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación.
- Chaves, V. E. (2005). Administración de Materiales. San José: EUNED.
- Chávez, J. H., & Torres-Rabello, R. (2012). Supply Chain Management. Chile: RiL Editores.
- Fernández, A. C. (2017). Gestión y Control de Aprovisionamiento. Málaga: IC Editorial.
- Guerrero Salas, H. (2009). Inventarios. Bogotá: Ecoe ediciones.
- Izar, J. M., & Méndez, H. (2013). Estudio comparativo de la aplicación de 6 modelos de inventarios para decidir la cantidad y el punto de reorden de un artículo. *Ciencia y Tecnología*, 217-232.
- Izar, J. M., Ynzunza, C. B., & Zermeño, P. E. (2015). Cálculo del punto de reorden cuando el tiempo de entrega y la demanda están correlacionados. *Contaduría y Administración*, 864-873.
- Milena, L., & Rosseti, G. (2012). Optimización del sistema de inventario en una empresa productora de fármacos. *Revista Iberoamericana de Ingeniería Industrial*, 163-187.
- Montes, J. L. (2014). Gestión de inventarios. España: Editorial Elearning S.L.
- Muller, M. (2019). Essentials of Inventory Management. Harper Collins.
- Niño Rojas, M. V. (2011). Metodología de la Investigación. Bogotá: Ediciones de la U.
- Ogbo, A. I., & Onekanma, V. (2014). The impact of Effective Inventory Control Management on Organizational Performance. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 109-118.
- Osorio, C. (2008). Modelos para el control de inventarios en las pymes. *Panorama*, 4-10.
- Pérez Vergara, I., Cifuentes Laguna, A. M., Vásquez García, C., & Marcela Ocampo, D. (2013). Un modelo de gestión de inventarios para una empresa de productos alimenticios. *Ingeniería Industrial*, 227-236.
- Rodríguez, E. C. (2015). Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos. *Ingeniería Universidad de Medellín*, 163-178.

- Saxena, R. S. (2009). *Inventory Management. Controlling in a fluctuating demand environment*. New Delhi: Global India Publications.
- Utazi, J. O., & Godwin, H. C. (2019). Model development of reorder point of an inventory in an imperfect manufacturing system. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 1-8.
- Velásquez Díaz, Y. (2019). *Propuesta de mejora del sistema logístico para disminuir los costos de desabastecimiento de repuestos de maquinaria excavadora en Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C. (Tesis de Licenciatura)*. Universidad Privada del Norte, Perú.
- Wisner, J. D., Tan, K. C., & Leong, K. (2014). *Principles of Supply Chain Management*. Boston: Cengage Learning.