

Estudio del modelo de gestión de inventarios basado en máximos y mínimos.

Eder Mauricio Velásquez Arboleda
edermaurizio@hotmail.com

Universidad Santiago de Cali, Especialización en Gerencia Logística Integral

Resumen

Esta monografía es un trabajo orientado y enfocado al estudio de los niveles de inventario bajo la modalidad de máximos y mínimos de inventario, permitiendo ser una guía en busca de soluciones administrativas al planteamiento de diferentes problemas de tipo logístico que pretende resolver: Qué pedir, Cuánto pedir y cuándo pedir. Este, es un modelo que se apoya y se basa en herramientas ingenieriles, las cuales permite realizar reposiciones reales ajustadas a las necesidades de flujo de Inventario de la organización, con base en las salidas de inventario, determinado por las ventas, tomando como criterio de cálculo y análisis parámetros como histórico de ventas, tiempo de entrega del proveedor (Lead time), promedio de salida del artículo (en unidades diarias y semanales), entre otros, evitando de ésta manera acumulaciones excesivas de stock, además de su respectivo periodo fijo de revisión para la posterior reposición.

Uno de los aspectos más relevantes que engloba este modelo de estudio, es el que tiene que ver con el índice de rotación (IR), indicador de gestión de inventarios que mide e indica de manera clara los niveles deseados de stock que se deben mantener; Un alto valor del número del indicador indica que el inventario rota y, por lo tanto, deduce niveles bajos de existencias debidos a los movimientos de salidas del mismo; Un menor valor del indicador, indica que el inventario no se mueve y no rota adecuadamente, por lo tanto, es aquí en donde se deben diseñar las estrategias para la correcta toma de decisiones; Este, es un modelo práctico y flexible de implementar en cualquier organización, el cual presenta como objetivo principal, evitar sobre stocks en inventario, y de ésta manera impedir que se pierda material, se deteriore por falta de rotación o peor aún, que se catalogue como inventario en obsolescencia por falta de rotación.

Por último, se explica en éste campo de estudio, todos los aspectos y pasos que se deben tener en cuenta para llevar a cabo la consecución del modelo, así como la metodología existente para la recopilación de datos e información, tanto de fuentes primarias como de secundarias.

Palabras Clave: Índice de rotación, Inventario de seguridad, Inventario promedio, Tiempos de entrega, Cantidad a pedir, Punto de pedido, stocks.

Abstract

This monograph is a work oriented and focused on the study of inventory levels under the modality of maximum and minimum inventory, allowing to be a guide in search of administrative solutions to the approach of different logistical problems that aims to solve: What to ask, How much ask and when to ask. This is a model that is supported and based on engineering tools, which allows for real repositions adjusted to the inventory flow needs of the organization, based on the inventory outputs, determined by sales, taking as a criterion calculation and analysis parameters such as sales history, supplier delivery time (Lead time), average output of the item (in daily and weekly units), among others, thus avoiding excessive accumulations of stock, in addition to their respective fixed period of revision for the later replacement.

One of the most relevant aspects included in this study model is the one that has to do with the turnover index (IR), an indicator of inventory management that measures and clearly indicates the desired levels of stock that must be maintained; A high value of the number of the indicator indicates that the inventory rotates and, therefore, deduces low levels of stocks due to the movements of outputs of the same; A lower value of the indicator indicates that the inventory does not move and does not rotate adequately, therefore, this is where the strategies for correct decision-making must be designed; This is a practical and flexible model to implement in any organization, which has as its main objective, to avoid stocks in inventory, and thus prevent material loss, deteriorate due to lack of rotation or worse, to be cataloged as inventory in obsolescence due to lack of rotation.

Finally, this field of study is explained, all the aspects and steps that must be taken into account to carry out the achievement of the model, as well as the existing methodology for the collection of data and information, both from primary sources and from high secondary.

Keywords: Rotation index, Safety inventory, Average inventory, Delivery times, Quantity to be ordered, Point of order, stocks.

INTRODUCCIÓN

Todas las organizaciones mantienen inventarios. Los inventarios de una compañía están constituidos por sus materias primas, sus productos en proceso, los suministros que utiliza en sus operaciones y los productos terminados. Un inventario puede ser algo tan elemental como una botella de limpiador de brillos empleada como parte del programa de mantenimiento de un edificio, o algo más complejo, como una combinación de materias primas y sub ensamblajes que forman parte de un proceso de manufactura. (Max Müller, 2005).

Podemos encontrar muchas acepciones de inventario, pero para entender esto es menester, primero, asimilar el concepto de control. El control tiene por objeto cerciorarse de que los hechos vayan de acuerdo con los planes establecidos. Se presentan como elementos del término los siguientes factores:

- Relación con lo planeado:** El control siempre existe para verificar el logro de los objetivos establecidos en la planeación.
- Medición:** Para controlar es imprescindible medir y cuantificar los resultados.
- Detectar desviaciones:** Una de las funciones inherentes al control es descubrir las diferencias que se presentan entre la ejecución y la planeación.
- Establecer medidas correctivas:** El objeto del control es prever y corregir los errores. (Luis Aníbal Mora G, 2016)

De otro lado, la labor de la persona que administra un inventario consiste en establecer el balance entre las presiones y los costos conflictivos que actúan tanto a favor de los inventarios bajos como de los inventarios altos, y así determinar los niveles apropiados de stock. La principal razón para mantener inventarios bajos es que el inventario representa una inversión monetaria temporal en bienes, por la cual la empresa tiene que pagar intereses (en lugar de recibirlos). El costo de manejo (o mantenimiento) de stocks es un costo variable que se paga para tener artículos disponibles. Entre esos costos figuran intereses, almacenamiento y manejo, impuestos, seguros y mermas. Cuando esos componentes cambian según el nivel de inventario, lo mismo sucede con el costo de manejo de los mismos. (Roberto Carro Paz, 2006).

Por lo tanto, la administración de los inventarios es una parte fundamental de la planeación estratégica y operativa de las empresas. Algunas de las causas por las cuales las empresas tienen inventarios son las siguientes: (A) la necesidad de inventarios de seguridad para responder rápidamente a las necesidades del mercado; (B) anticipación a los cambios de los niveles de demanda, disponibilidad de materia prima, etc., y; (C) desacoplar las decisiones en sistemas de inventario multinivel (Pyke & Silver, 2001).

Alisky Camacho Rodríguez y Esther Lidia Machado Chaviano (2017), denotaron que el problema del inadecuado nivel de inventario a nivel empresarial, no se resuelve aplicando acciones que funcionen puntualmente, sino revisando la causa general. El inventario es el resultado del comportamiento de la gestión empresarial y la consecuencia del manejo de las relaciones empresariales. No se puede ver como responsabilidad de un área, sino como un proceso en el que intervienen actores, que según De Vries (2007) incluyen: función de compras, ventas o comercial, logística, producción, finanzas e incluso, parte jurídica.

El inventario debe ser administrado eficientemente, ya que según Ehrhardt y Brigham (2007) persigue dos objetivos fundamentales: 1) garantizar con el inventario disponible, la operatividad de la empresa y 2) conservar niveles óptimos que permita minimizar los costos totales (de pedido y de mantenimiento). Un inventario bajo hace aumentar los costos de pedido, mientras que los inventarios altos incrementa los costos de mantenimiento.

En lo que respecta al desarrollo y estudio de esta Monografía, se tuvo en cuenta múltiples conceptos, así como un amplio marco de estudios previos y literatura referente al tema de Máximos y mínimos de inventario, con el fin de indicar la importancia de los inventarios en sus premisas de qué pedir, cuándo pedir y cada cuanto pedir, de esta manera se mantiene un adecuado nivel del inventario.

Este estudio y análisis tiene como objetivo principal analizar las técnicas de administración de inventario como elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas. Para ello, se examinarán los fundamentos teóricos de la administración del inventario en las empresas; se estudiarán las investigaciones en el ámbito de la administración de inventario; se determinarán los factores a considerar en la administración del inventario; y por último, se establecerá una serie de recomendaciones para la administración del inventario.

Para llevar a cabo estas acciones, se recurrió al análisis documental mediante una revisión bibliográfica, tomando datos de fuentes secundarias aportados por diferentes investigadores que han explorado esta temática.

1. GESTIÓN DE INVENTARIOS

En el control preventivo de inventarios, es de vital importancia conocer que cantidad o niveles de inventario se debe tener en el almacén para afrontar con mayor precisión, las fluctuaciones de oferta y demanda en el mercado, y de ésta manera poder tener a disposición, el material o artículo solicitado por el cliente y en su defecto, no perder potenciales ventas; Así mismo, el exceso de stock de igual manera acarrea una serie de inconvenientes y problemas dentro de un almacén, afectando la correcta clasificación de productos, consumiendo espacios importantes para almacenar otro tipo de artículos, sobrecostos por mercancía almacenada, obsolescencia de la mercancía, entre otros, siendo el control preventivo de inventarios una técnica de control necesaria para cubrir adecuadamente la demanda durante el período de re-abasto.

Para Laguna Q.D. (2013), Los inventarios son las existencias de todo producto o artículo que es utilizado en una empresa. El inventario de una empresa manufacturera está conformado por materias primas, piezas o componentes y productos terminados. En cambio, en una empresa de servicio el inventario se refiere a los bienes tangibles que se pueden vender y a las cosas que se necesitan para brindar dicho servicio. Entonces, los inventarios son algo imprescindible para las empresas porque sin ellos no se llevaría a cabo las actividades. Se necesita tener una adecuada cantidad de inventarios para que así no existan problemas de desabastecimiento a medida que pasa el tiempo.

Mejía, C.c. (s.f.), establece que todas las áreas de la organización se verán en la Necesidad de establecer metas para su labor, lo cual, por sí solo, constituye un gran valor en términos de fijación de objetivos, estableciendo prioridades, asignación de recursos, medición de capacidades e integración de esfuerzos.

Katherine Salas-Navarro, Henry Miguel Mejía y Jaime Acevedo, comentaron que la mayoría de las empresas en el mundo para lograr ser competitivas en la prestación del servicio al cliente están obligadas a realizar una gestión eficiente de sus inventarios. Básicamente, el objetivo general de la gestión de inventarios es garantizar la disponibilidad oportuna de los elementos que se necesitan (materia prima, materiales en proceso, productos terminados, insumos, repuestos, etc.), en las condiciones deseadas y en el lugar correcto. Teniendo en cuenta que la gestión de inventarios es una actividad transversal a la cadena de suministro, deben implementarse estrategias para lograr un manejo efectivo del mismo con el fin evitar consecuencias no deseadas, como el efecto látigo, un bajo nivel de servicio y el incremento de costos de administración de inventarios.

Y es que los autores anteriores tocan un tema de vital importancia dentro de la gestión y administración de almacenes: El correcto y adecuado manejo y administración de los Inventarios; No tener unas políticas claras y apropiadas en el manejo de las cantidades de inventario, es incurrir en problemas arraigados a la disponibilidad del artículo, como ya se mencionó,

y derivado entre otras cosas, a la insatisfacción del cliente y a la pérdida de ventas por la No disponibilidad del material, lo que deduce en última instancia, como el factor o índice de demanda no atendida. (Autor)

Juan Manuel Izar Landeta, Carmen Berenice y Orlando Guaneros García (2016), Sugieren que en el contexto de la administración de inventarios, es bien sabido que ante la variación de la demanda y la demora en la entrega de un nuevo pedido por parte del proveedor las organizaciones definen un inventario de seguridad que les permita atender la demanda y no llegar a la penosa situación de tener agotamientos del inventario que les representarían ventas perdidas, así como una mala imagen ante los consumidores, lo cual hoy día es esencial ante la enorme competencia que se ha desatado en prácticamente todos los sectores comerciales.

Para lo que establecen y definen los autores Juan Manuel Izar Landeta, Carmen Berenice y Orlando Guaneros, es importante y necesario que las organizaciones desarrollen estrategias corporativas, logísticas, con los proveedores de la organización, que conlleven, (si no se tiene diseñado y definido un método de control de inventarios, y para evitar sesgo y empirismo en el desempeño del personal o responsable de los inventarios), a estrategias de escala organizacional como por ejemplo, el Justo a tiempo, lo que significa producir el mínimo número de unidades en las menores cantidades posibles y en el último momento posible, eliminando la necesidad de inventarios. Es una filosofía que define la forma en que debería gestionarse el sistema de producción, el cual presenta correlación a su vez, a los almacenes, y por último, a los inventarios (Autor).

Irma Yolanda Garrido Bayas, Magda Cejas Martínez (2017), Afirma que los principales problemas de la gestión de inventarios, es el manejo empírico en los abastecimientos en el control de los pedidos y en la determinación de los inventarios de seguridad.

John Wilmer Escobar (2017), Encuentra que la globalización y la apertura de libre mercados requiere la implementación de acciones que permitan mejorar el proceso de toma de decisiones a todo nivel tanto estratégicas, como tácticas-operativas, en particular para la administración y control de inventario. La permanencia de las empresas en el mercado puede estar asociada al uso de métodos analíticos para el soporte apropiado en la toma de decisiones.

En lo referente a la globalización, el autor John Wilmer Escobar, sugiere estrategias como parte de plan de acción que permita tomar mejores decisiones con base en el uso eficiente de los recursos disponibles. (Autor).

Paula Natalia García Restrepo y Paola Andrea Jaramillo Medina (2012), aconsejan que el manejo de inventarios sea otro de los procesos que las empresas consideran muy importante, pues los inventarios corresponden a un alto costo dentro de la empresa y el manejo de estos está muy ligado al proceso de compras.

Por lo anterior, se entiende que el proceso de compras y almacén deben estar estrechamente relacionados en el propósito de manejo adecuado de inventarios, Teniendo en cuenta que éstos son recursos inmovilizados y una deficiente gestión puede incurrir en sobre stocks, o pérdida de material por obsolescencia de los mismos. (Autor).

K. Salas Navarro (2016), revela que los modelos de cadenas de suministro colaborativas para la gestión de inventarios, han sido abordados por varios autores; Se basa en pronósticos colaborativos de la demanda, planificación colaborativa del inventario y reabastecimiento colaborativo. Otros modelos de colaboración en gestión de inventarios se enfocan en reaprovisionamiento de materiales y/o productos en diferentes niveles de la cadena de suministro.

El autor anterior K. Salas Navarro menciona conceptos como pronósticos colaborativos de la demanda, planificación colaborativa del inventario y reabastecimiento colaborativo, englobado bajo el concepto de pronóstico, significaciones y argumentos que están muy relacionados, a los históricos de ventas de materiales o inventario (Autor).

M. Rivero (2017) expresa sustancialmente que no todas las empresas pueden almacenar el mismo volumen de mercancía, hay factores que hacen que en algunos tipos de negocios se pueda hablar de toneladas de productos en stock, mientras que en otras el número se reduce a apenas unas decenas o unas centenas. Sin embargo, en estos casos y en todo el abanico de posibilidades que se encuentren entre estas, el stock máximo es la cantidad máxima de mercancía que un negocio puede almacenar de forma continuada.

En efecto, no todas las empresas pueden almacenar el mismo volumen de inventario, pues esto tiene que ver, entre otras cosas, con el tamaño de la empresa, direccionamiento, presupuesto, capacidad organizacional y logística, con la actividad económica que se desarrolle y el sector industrial al cual se pertenece (Autor).

José Iván Granado 2008, Aduce que las organizaciones van a poder controlar sus inventarios más eficazmente, reduciendo la intervención de intermediarios como los agentes de venta y mejorando los ciclos de producción.

Lo anterior indudablemente es un síntoma manifiesto que tiene que ver con el Lead Time o tiempos de entrega del proveedor. Es posible que se esté ante la principal medida Lean. El Lead Time es el tiempo que tarda una unidad en atravesar todo el proceso de producción: desde la recepción del pedido hasta la entrega al cliente del producto. Tener un Lead Time cortó, hace que el cliente pueda tener su pedido mucho más rápidamente, lo cual se convierte en una ventaja competitiva muy importante. (Autor).

Katherine Salas-Navarro, Henry Miguel Mejía , Jaime Acevedo - Chedid (2017), Indica que la Metodología de Gestión de Inventarios comprende los pasos lógicos que permite medir los niveles de integración y colaboración en una cadena de suministro, de tal forma que se generen políticas y estrategias conjuntas para mejorar el desempeño de los actores en la cadena.

Lo anterior hace referencia, al exceso de materia prima, demasiado inventario en proceso y demasiado producto terminado. Los excesos de inventario también incluyen las partes que no han sido enviadas y las refacciones que nunca son usadas. Solo se debe mantener en la cadena de valor, los materiales justos y necesarios para satisfacer las necesidades del cliente final. (Autor).

1.1 QUE SON LOS INVENTARIOS, SU IMPORTANCIA Y SU PROPÓSITO

El control de Inventarios es uno de los temas más complejos y apasionantes en Logística. Es muy común escuchar a los administradores, gerentes y analistas en logística, afirmar que uno de sus principales problemas a los que se deben enfrentar es la administración de los inventarios. Uno de los problemas típicos por ejemplo, es la existencia de excesos y de faltantes de Inventarios: “Siempre se tiene demasiado de lo que no se vende o consume, y mucho agotado de lo que sí se vende o consume”. Lo interesante de éste problema es que ocurre prácticamente en cualquier empresa del sector industrial, comercial o de servicios, las cuales administran, de una u otra forma, materias primas, componentes, repuestos insumos y/o productos terminados, los cuales mantienen en inventario en mayor o menor grado. (Carlos Vidal, 2006).

De allí radica la importancia de tener identificados, materiales con mayor rotación, mediana rotación y poca rotación de los inventarios; En pocas palabras, podría nacer ante ésta carencia o necesidad, un pequeño estudio o análisis bajo el método ABC para la rotación de los inventarios (Autor).

La mayoría de los empresarios solo usan un tipo de inventario, el cual está relacionado con los artículos producidos y los vendidos. Pocos reconocen o aplican otras dos clases de stocks: Materiales que preceden a la producción y materiales de mantenimiento. Ambos requieren de inversiones significativas, aun cuando algunos cancelan artículos importantes como gasto. Ambos son esenciales en la fabricación y pueden administrarse más eficazmente utilizando la información

del sistema formal de planeación y control; Así como las técnicas apropiadas del control de stock. (Luis Aníbal Mora G., 2016).

Estudio de máximos y mínimos de Inventarios para el control preventivo de stocks puede ser aplicado al universo de materiales que se encuentren cobijados bajo el signo de “Inventario”, como por ejemplo, puede ser de igual manera aplicado y definido a inventarios de productos en proceso, productos terminados, insumos, suministros, entre otros. (Autor).

Las causas fundamentales que originan la necesidad del mantenimiento de inventarios en cualquier empresa son las fluctuaciones aleatorias de la demanda y de los tiempos de reposición (“Lead Times”). Los inventarios también surgen del desfase que existe entre la demanda de los consumidores y la producción o suministro de dichos productos. (Carlos Vidal, 2006).

El problema en la mayoría de las empresas radica en que los inventarios de seguridad y sus correspondientes puntos de reorden (o inventarios máximos) se determinan exclusivamente con base en el **promedio** de la demanda, ignorando su **variabilidad**. Por ejemplo, para cierto ítem, se podría establecer el inventario de seguridad en “dos semanas de inventario”. Esto significa que, en promedio el inventario de seguridad duraría aproximadamente dos semanas de demanda. En realidad, dicho inventario puede durar mucho menos o mucho más de dos semanas, dependiendo de la variabilidad de la demanda del ítem considerado. (Max Müller, 2005).

Es importante que se conozca el tiempo en que un proveedor, se demora en hacer efectiva la entrega de un pedido; Este tiempo, el cual está definido como el “Lead Time”, está comprendido entre el momento en que se realiza el pedido (Orden de compra) y el momento en que se recibe en almacén el producto en físico, el cual pasa a ser Inventario. Una vez el artículo pasa a engrosar las cantidades del inventario, no es correcto manejar puntos de reorden o salidas de inventario con promedios de demanda (Según Max Müller); Esto se explica (y se detallará más adelante), en que entre puntos y puntos de reorden, el material sufre picos de demanda, en los cuales en algunas ocasiones, se encuentra por encima de la “Media”; Los promedios de demanda están estrechamente relacionados a los pronósticos, lo cuales desarrollaremos en este estudio, como históricos de ventas. (Autor).

R.H. Ballou (2004), Concluye que cuando la incertidumbre de la variable de predicción es tan alta que las técnicas estándar de pronósticos y su aplicación en la planeación de la cadena de suministros llevan a resultados insatisfactorios, se necesitarán otros métodos de planeación. El pronóstico de colaboración es un método contemporáneo para la predicción de la demanda. También se analizan estas alternativas para los pronósticos tradicionales.

Katherine Salas Navarro (2011), Orienta que el 80% de las empresas realiza un control de sus inventarios de forma manual. Las empresas han establecido niveles mínimos y máximos para mantener materia prima en inventario y para ordenar. EL 73% de las empresas realiza el inventario de materia prima producto terminado de forma manual y solo el 18% lo realiza a través de software especializados.

Capturas o tomas físicas de inventario, importantes para conocer la confiabilidad del inventario y para identificar, niveles de rotación de los mismos (Índices de rotación). Estos serán necesarios en nuestro estudio para determinar, consumo diario, consumo promedio, y consumo semanal. (Autor).

Izar-Landeta (2015) señala que en la administración de los inventarios si la demanda y el tiempo de entrega del proveedor son inciertos, las organizaciones definen un stock de seguridad que les permita atender la demanda durante el tiempo de entrega, de modo que no llegue a la situación de tener faltantes que le signifique pérdida de ventas, así como una mala imagen ante los clientes, lo que hoy en día es esencial dada la competencia entre todos los sectores comerciales.

Es un error conceptual grave, por lo tanto, definir inventarios de seguridad y puntos de reorden (o inventarios máximos) de un ítem proporcionalmente a su demanda promedio en forma exclusiva. De aquí precisamente provienen los desbalances de inventario mencionados anteriormente. Cuando la variabilidad de la demanda del ítem del ejemplo del párrafo anterior es baja, dos semanas de inventario de seguridad puede ser un exceso en el que se está invirtiendo capital innecesariamente. Por el contrario, si la variabilidad de la demanda del ítem es alta, dos semanas de inventario de seguridad puede ser muy poco y ocurrirán agotados frecuentes de dicho ítem. (Max Müller, 2005).

Solo en algunas ocasiones los inventarios de seguridad y los puntos de reorden calculados solamente con base en la demanda promedio, coinciden con el valor óptimo obtenido como resultado de un **análisis estadístico formal**. **La clave consiste entonces en liberar capital invertido en inventarios de seguridad de ítems con baja variabilidad y distribuirlos en inventarios de seguridad de ítems con alta variabilidad**. El balance de ésta operación es frecuentemente positivo y se puede mejorar significativamente el servicio al consumidor sin invertir un peso adicional en inventarios. Se puede mantener el servicio actual (Si éste es adecuado) con mucho menos capital invertido, o se puede diseñar una combinación intermedia de ambos beneficios. . (Max Müller, 2005).

Por otra parte, Pena, Omaira; Silva, Rafael (2016), indicaron que en condiciones de demanda y tiempos de entrega aleatorios existe la probabilidad de incurrir en agotamiento de las existencias, lo cual tiene implicaciones negativas para las organizaciones, como la pérdida de la imagen de la empresa y la pérdida de ventas; de allí la necesidad de contar con cantidades adicionales de productos almacenados que corresponde a lo que se conoce como inventarios de seguridad. En este sentido, el inventario de seguridad dependerá de la variabilidad que se presenta en la demanda de los clientes y el tiempo de entrega del proveedor, por tal motivo, se debe identificar que artículo requiere de este tipo de inventario y cual tipo de incertidumbre es la que priva a fin de asignar estas cantidades adicionales a mantener.

La gestión de inventario se ha convertido en un tema de interés de estudio por parte de la ingeniería industrial y la investigación de operaciones, que han dado respuesta a los problemas de su administración, con base en modelos matemáticos y políticas de administración, en las cuales se toman decisiones relacionadas con el cuanto pedir y el cada cuanto emitir un pedido.

1.2 QUÉ ES LA GESTIÓN DE INVENTARIOS Y LA IMPORTANCIA DE GESTIONARLOS ADECUADAMENTE

¿Para qué se necesitan los inventarios? como se verá más adelante, en un ambiente manufacturero justo a tiempo el inventario se considera un desperdicio. Sin embargo, si la organización tiene dificultades en su flujo de caja o carece de control sólido sobre la transferencia de información electrónica entre los departamentos y los proveedores importantes, los plazos de entrega y calidad de los materiales que recibe, llevar inventario desempeña papeles importantes. Entre las razones más importantes para constituir y mantener un inventario se cuentan:

Capacidad de predicción: con el fin de planear la capacidad y establecer un cronograma de producción, es necesario controlar cuánta materia prima, cuántas piezas y cuántos sub ensamblajes se procesan en un momento dado. El inventario debe mantener el equilibrio entre lo que se necesita y lo que se procesa.

Fluctuaciones en la demanda: Una reserva de inventario a la mano supone protección. No siempre se sabe cuánto va a necesitarse en un momento dado, pero aun así debe satisfacerse a tiempo la demanda de los clientes o de la producción. Si puede verse cómo actúan los clientes en la cadena de suministro las sorpresas en las fluctuaciones de la demanda se mantienen al mínimo.

Inestabilidad del suministro: El inventario protege de la falta de confiabilidad de los proveedores o cuando escasea

un artículo y es difícil asegurar una provisión constante. En lo posible, los proveedores de baja confiabilidad deben rehabilitarse a través del diálogo, o de lo contrario deberían reemplazarse. La rehabilitación se puede lograr por medio de pedidos de compra maestros, con tiempos preestablecidos de suministro de productos. (Max Müller, 2005).

Ciancimino Elena (2016), Plantea entre otros, el pedido amortiguado consiste en disminuir las cantidades pedidas en los diferentes niveles de la cadena en presencia de posibles distorsiones de la demanda del mercado. La disminución en la cantidad solicitada es función del valor del controlador proporcional: la variable de decisión que permite ajustar el nivel de amortiguamiento de las órdenes. En concreto, el controlador proporcional de una regla de pedido (S, R) amortigua la discrepancia entre los niveles real y deseado de inventario de productos finales y de trabajo en proceso. Esta variable de decisión ha recibido tradicionalmente diferentes nombres, tiempo de ajuste.

Murillo, V. G. y Murillo, L. J. (2013), expresa, que el ciclo del inventario y almacenamiento se considera como dos ciclos separados pero muy relacionados entre sí, uno comprende el flujo físico real de productos y el otro los costos relacionados. A medida que los inventarios se mueven a través de la compañía, es necesario que hayan controles adecuados tanto sobre su movimiento físico, como sobre sus costos relacionados.

Manuel Díaz Madroñero (2010), esboza en cuanto a la información intercambiada del inventario, se pueden resaltar los niveles de inventario, los costes de inventario, en el que se incluirán los de posesión y penalizaciones por roturas de stocks, los costes por demanda insatisfecha o retrasada y los niveles de servicio o flexibilidad. Las informaciones relativas a los pedidos recogen, principalmente, datos sobre las fechas límite de entrega de los pedidos. Por último, las informaciones relativas a la planificación recogen datos como la previsión de la demanda realizada, la programación de los pedidos o el modelo de previsión utilizado.

José Iván Granado (2008), alega que conservar niveles óptimos de inventarios, permiten obtener un equilibrio entre el nivel de servicio ofrecido a los clientes, el índice de agotados y la inversión del capital en stocks (Alta rotación de inventarios).

Los inventarios existen por múltiples razones, las cuales se justifican principalmente porque prevén la escasez, es preferible ahorrar productos que dinero en efectivo por la rentabilidad que genera, permite obtener ganancias adicionales cuando hay alzas de precios, entre otros. A pesar de esto, trae como consecuencia una inmovilización de recursos financieros que podrían usarse mejor en otras actividades con mayor rentabilidad, es decir, podría optarse por mejor uso de los recursos financieros y optimizar así las utilidades (Yosmary Durán, 2012).

1.3 SISTEMAS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS EXISTENTES PARA DEMANDA DETERMINÍSTICA Y DEMANDA PROBABILÍSTICA

Carlos Julio Vidal Holguín (2006), manifiesta que los sistemas de control de inventarios basados en demanda determinística solo se aplican generalmente a ítems clase B y, en algunos casos a ítems clase A. Sin embargo, para estos últimos, las reglas de decisión pueden transformarse frecuentemente debido a la intervención humana por parte de la administración del sistema.

El índice de clase de inventario “A, B o C”, está directamente relacionado a la rotación de los mismos y a su valor de inventario. Normalmente el control de inventarios bajo la modalidad determinística es aplicado a materiales con media rotación. (Autor).

Según Otero (2012), la política de inventario se refiere a la filosofía (lineamientos) de como la organización da

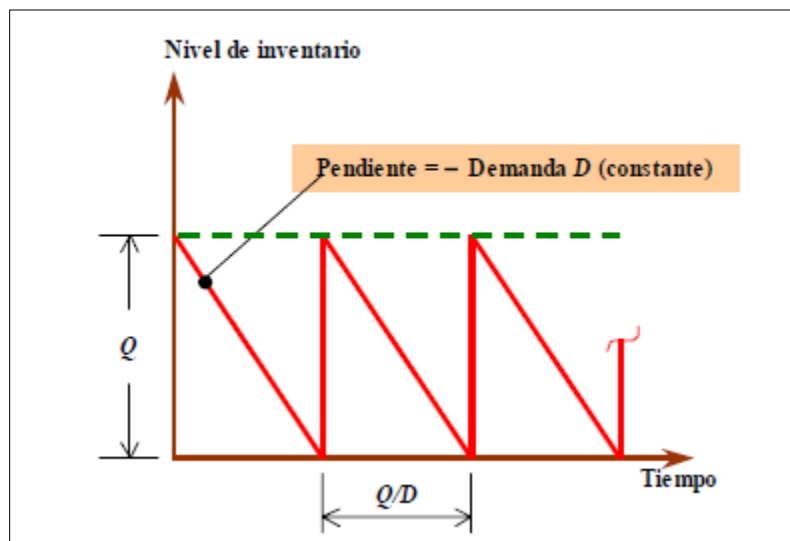
respuesta a las preguntas de cuanta cantidad ordenar y en el momento preciso que ejecuta una orden e incluye el posicionamiento geográfico los stocks. Esta decisión depende del comportamiento de la demanda y de la estrategia de la compañía.

Para Velázquez (2012), una política de inventarios, reúne una serie de decisiones cuya finalidad es direccionar en tiempo y espacio la demanda existente, el abastecimiento de productos y la capacidad disponible, de tal modo que los objetivos de manufactura y de logística sean logrados en materia de costo y nivel de servicio dadas las particularidades de cada producto y las exigencias del mercado.

Respecto a lo que manifiesta Otero (2012), y Velázquez (2012), la decisión de cuanto pedir según el comportamiento de la demanda, debe estar de igual manera estrechamente relacionado a los históricos de ventas, el cual debe estar direccionada normalmente, a 6 meses o un año. (Autor).

Para Carlos Julio Vidal Holguín (2006), Es importante que la mejor solución sea ordenar siempre la misma cantidad Q . Esto es así gracias al supuesto de que todos los parámetros son estacionarios, o sea que no varían significativamente con el tiempo. Además, dado que la demanda es determinística, que el tiempo de reposición es igual a cero y que no se incluyen órdenes pendientes en el análisis, se concluye que lo mejor es ordenar cuando el inventario disponible alcance el nivel cero.

Figura 1. Nivel de inventario para determinar el tamaño óptimo de pedido

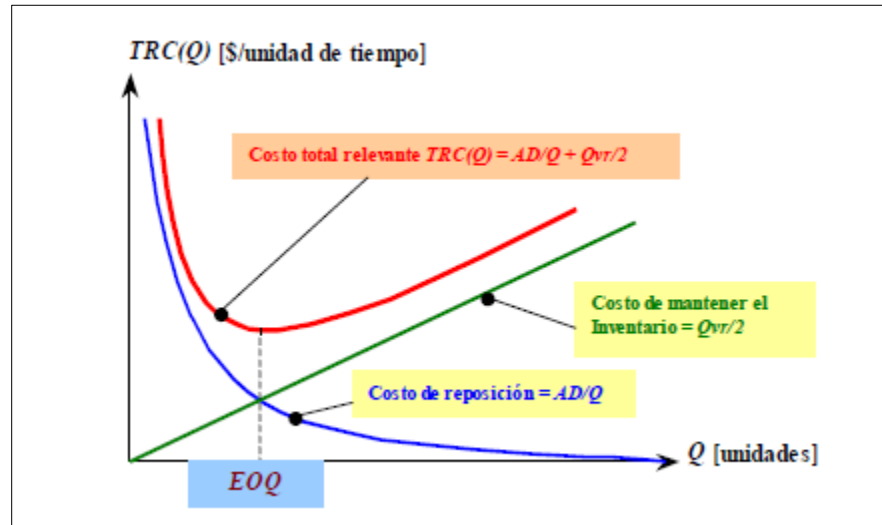


Fuente: (Carlos Vidal, 2006, p. 96)

Los modelos determinísticos son aquellos en los cuales la demanda está cabalmente determinada para un período específico. Las características del problema de inventario están representadas en hacer y recibir pedidos de determinadas cantidades, en repetidas ocasiones y a intervalos determinados. (Ortega, 2012).

¿Cuánto se debe ordenar? Esto determina el lote económico (EOQ) “Economic Order Quantity”² “al minimizar este modelo de costo: (Costo total del inventario) = (Costo de compra) + (costo de preparación + (Costo de almacenamiento) + (costo de faltante)” (Hernández, 2013, p. 16).

Figura 2. Costo total relevante en función del tamaño de pedido



Fuente: (Carlos Vidal, 2006, p. 98)

Carlos Julio Vidal Holguín (2006), argumenta que en los sistemas de control probabilístico es muy importante definir claramente los niveles de inventario. El más importante no es tanto el inventario físico visible en las estanterías de la bodega, al cual es llamado inventario a la mano, sino el inventario efectivo, el cual se define como:

$$\text{Inventario efectivo} = (\text{Inventario a la mano}) + (\text{Pedidos pendientes por llegar}) - (\text{Requisiciones pendientes o comprometidas con clientes})$$

Por otra parte, el inventario de seguridad es el inventario neto promedio justo antes de que llegue un pedido. Un valor positivo del inventario de seguridad permite tener unidades en inventario para responder a demandas mayores que la demanda promedio durante el tiempo efectivo que tarda en llegar un pedido, al cual denominaremos tiempo de reposición o Lead Time. El inventario de seguridad depende de las fluctuaciones de la demanda durante el tiempo de reposición, o equivalentemente, de la desviación estándar de los errores del pronóstico de la demanda total sobre el tiempo de reposición. Carlos Julio Vidal Holguín (2006).

La importancia de los stocks de seguridad radica en que ante situaciones imprevistas, se pueda atender el pedido concreto de un cliente pudiendo, de esta manera, conservar su fidelidad, circunstancia de gran importancia si se tiene en cuenta los niveles de competencia que existen hoy en día sobre todo en algunos sectores y que algunos aspectos externos a la organización no se pueden controlar y sí pueden tener una gran repercusión en la gestión de los stocks. (Autor).

Cuando ocurre una ruptura de stock, existen dos posibilidades extremas con respecto a lo demandado por el cliente. Primero, el cliente puede aceptar que su orden completa sea clasificada como requisición pendiente, y esperar a que sea satisfecha. Segundo, el cliente puede cancelar la orden completa y la venta total se perdería. Ambas situaciones ocasionan costos adicionales para la organización, ya que en el primer caso se incurre en gastos adicionales para cumplir con la orden urgentemente y en el segundo caso se deja de percibir la utilidad neta de la venta perdida. Carlos Julio Vidal Holguín (2006).

Tabla 1. Comparación entre los sistemas de revisión continua y los de revisión periódica

REVISIÓN CONTINUA	REVISIÓN PERIÓDICA
• Es muy difícil en la práctica coordinar diversos ítems en forma simultánea.	• Permite coordinar diversos ítems en forma simultánea, lográndose así economías de escala significativas.
• La carga laboral es poco predecible, ya que no se sabe exactamente el instante en que debe ordenarse.	• Se puede predecir la carga laboral con anticipación a la realización de un pedido.
• La revisión es más costosa que en el sistema periódico, especialmente para ítems de alto movimiento.	• La revisión es menos costosa que en la revisión continua, ya que es menos frecuente.
• Para ítems de bajo movimiento, el costo de revisión es muy bajo, pero el riesgo de información sobre pérdidas y daños es mayor.	• Para ítems de bajo movimiento, el costo de revisión es muy alto, pero existe menos riesgo de falta de información sobre pérdidas y daños.
• Asumiendo un mismo nivel de servicio al cliente, este sistema requiere un menor inventario de seguridad que el sistema de revisión periódica.	• Asumiendo un mismo nivel de servicio al cliente, este sistema requiere un mayor inventario de seguridad que el sistema de revisión continua.

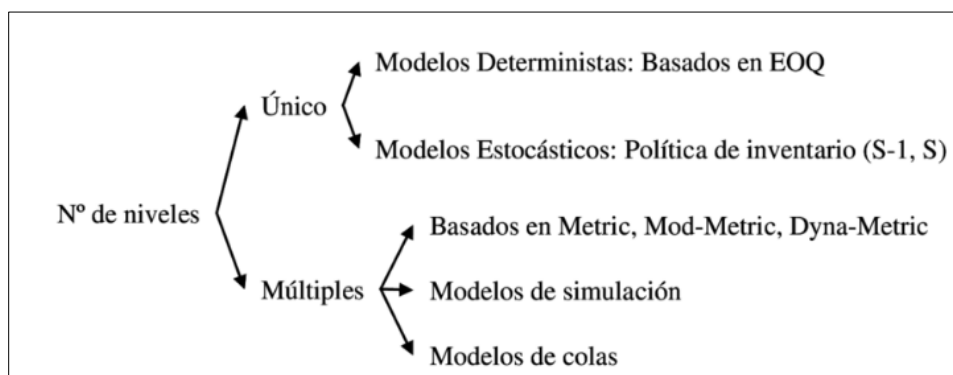
Fuente: (Carlos Vidal, 2006, p. 135)

En la revisión continua, como su nombre lo indica, teóricamente se revisa el nivel de inventario en todo momento. Sin embargo, obviamente, esto no es posible en la práctica. Lo que se hace, entonces, es revisar el inventario cada vez que ocurre una transacción (despacho, recepción, demanda, etc.) y por ello también se le conoce como “sistema de reporte de transacciones.” Carlos Vidal (2006).

Ahora, y considerando las citas de los autores anteriores, se debe mantener un nivel adecuado de inventario, ya que si se mantienen inventarios demasiados elevados, el costo de mantenimiento será elevado implicando problemas financieros a la empresa. Es decir, elevados niveles de inventario implican recursos financieros inmovilizados que pueden ser utilizados en actividades más productivas para la empresa, además de convertirse en obsoletos en poco tiempo hasta llegar a dañarse. Por el contrario, si se mantiene un nivel bajo de inventario, habrá que hacerse más pedidos al año, aumentándose dichos costos. Adicionalmente, no se atendería satisfactoriamente a la demanda, ocasionando a su vez, pérdida de clientes, disminución de ventas y reducción de las utilidades.

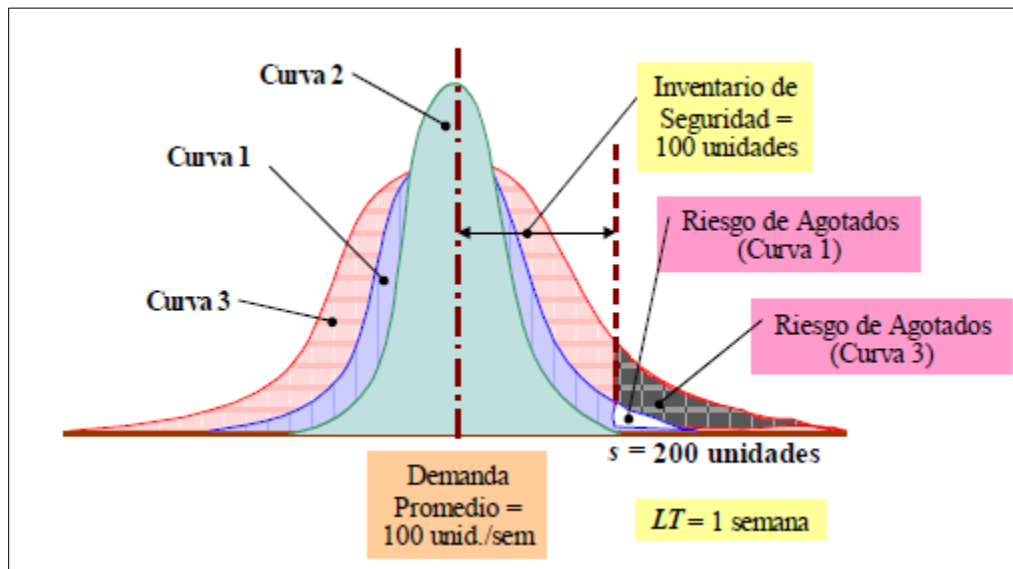
Palmer, G. M.; Cardós, C. M.; Babiloni, E.; Guijarro, T. E. (2015). Muestra el siguiente esquema de clasificación de los modelos de inventarios para elementos reparables:

Figura 3. Esquema de clasificación para modelos de inventarios



Fuente: (Palmer, G. M.; Cardós (2015)

**Figura 4. El error conceptual de definir el inventario de seguridad solo
Con base en la demanda promedio**



Fuente: (Carlos Vidal, 2006, p. 139)

Tabla 2. Otras técnicas de administración de Inventarios

TÉCNICAS	CRITERIOS	FÓRMULAS
Método ABC	<ul style="list-style-type: none"> En los productos "A" se ha concentrado la máxima inversión y mínimas cantidades (unidades). Representa 20% en números de artículos y 90% en inversión monetaria. El grupo "B" está formado por los artículos que siguen a los "A" en cuanto a la magnitud de la inversión. Sus precios y cantidades son medias. Representa 30% en números de artículos y 8% en inversión monetaria. Al grupo "C" lo componen en su mayoría, una gran cantidad de productos que solo requieren de una pequeña inversión y altas cantidades (unidades). Representa 50% en números de artículos y 2% en inversión monetaria. Este método viene dado en unidades. 	
Modelo de la cantidad económica de pedido "CEP"	<ul style="list-style-type: none"> Se emplea para controlar los productos del grupo "A". Se encuentra cuando se logra el costo mínimo total, que ocurre cuando se igualan el CTP y el CTM. Una mayor o menor inversión en inventario, produce un mayor costo total. Este método viene dado en unidades. 	$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times D \times P}{C}} \quad CTP = \left(\frac{D}{Q^*} \times P \right)$ $CTM = \left(\frac{Q^*}{2} \times C \right) \quad CT = CTP + CTM$ $IP = \frac{Q^*}{2} \quad \text{Días.duración.Inv.} = \frac{360}{N^{\circ} Pedidos}$
Punto de Reorden	<ul style="list-style-type: none"> Considera como supuesto que los pedidos son recibidos cuando el nivel de inventario llega a cero. También puede emplearse utilizando un inventario de seguridad. Este método viene dado en unidades. 	$PR = \text{tiempo de anticipo en días} \times \text{uso diario}$ $PR = (\text{tiempo de anticipo días} \times \text{uso diario}) + \text{Inventario de seguridad en días}$
Método PRM	<ul style="list-style-type: none"> Es empleado cuando en el departamento de producción e inventario crean sistemas de inventarios o programas de producción de los tipos de inventarios de demanda derivada. 	
Método JAT	<ul style="list-style-type: none"> Permite solo tener el inventario necesario para satisfacer las necesidades inmediatas de producción. Los inventarios se reordenan y reabastecen con frecuencia. Para que este sistema funcione y se evite faltante, se necesita contar con la cooperación de los proveedores. 	

Fuente: (Yosmary Durán, 2012, p. 67)

2. DEFICIÓN DE MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE INVENTARIOS

El control preventivo de inventarios o Máximos y mínimos de Inventario, es una modalidad del control operativo de stocks que se basa en reposiciones reales ajustadas a las necesidades, evitando así acumulaciones excesivas de materiales o inventario. Un apropiado control preventivo de inventarios debe manejar los siguientes elementos:

Control Contable: Kardex o software.

Control Físico: Almacén.

Control de Nivel de Inversión: Índices de Rotación.

Roberto Carro Paz (2013), Afirma que la revisión periódica de máximos y mínimos de inventario, se debe realizar cada cierto tiempo (periodos), en los cuales se calcula la cantidad de inventario disponible en la empresa y cuanta cantidad se requiere para llegar a un nivel de inventario deseado. Afirma además, que este es un sistema opcional para control de inventarios, también conocido como sistema de reorden a intervalos fijos o sistema de reorden periódico (P), en el cual la posición de inventario de un artículo se inspecciona periódicamente y no de modo continuo. Si la compañía tiene escaso personal y con muchos artículos, será muy difícil controlar los niveles diariamente.

En un sistema P, el tamaño del lote, Q, puede cambiar de un pedido a otro, pero el tiempo entre pedidos es fijo. (Roberto Carro Paz, 2013, p. 18)

Yosmary Durán (2012), Argumenta que, respecto a la administración del inventario bajo la modalidad de máximos y mínimos, tiene como método conocer el nivel de inventario de productos, y que se pueda determinar los niveles de inventario de otros productos que se necesitan para satisfacer las necesidades del cliente y posteriormente permite calcular la cantidad de materia prima que debe tenerse en existencia.

En la gestión del inventario presentan grandes beneficios para las empresas, pues le proporcionan una medida de control para determinar la cantidad de inventario a mantener, el momento preciso para hacer los pedidos, dividir los productos por valor económico, manejar sistemas computarizados para su administración, entre otros beneficios. Yosmary Durán (2012).

Zapata (2014), señala que las políticas de manejo de inventario son los parámetros con los cuales se administra el inventario en las empresas, y son las responsables de determinar el volumen de mercancía a ordenar y cuando. Así mismo, el autor citado expone los principales tipos de revisión inventario:

- Revisión continua o perpetua del inventario: se trata de determinar los componentes para asegurar el abastecimiento de mercancías en la organización, por medio de la verificación constante de los niveles de inventario en la bodega. Esta inspección continua, permite conocer con exactitud la cantidad de productos permanentemente, y con esto se puede saber del punto exacto en que se debe ejecutar una orden.
- Revisión periódica del inventario: como su nombre lo señala se lleva acabo cada determinado tiempo (periodos), en los cuales se estima el volumen de inventario disponible en la compañía y cuanta cantidad se necesita para alcanzar un nivel de inventario requerido. (Zapata, 2014)

El nivel de disponibilidad del producto se mide usando el nivel de servicio de ciclo o la tasa de surtido, que son métricas de la cantidad de demanda del cliente satisfecha con los inventarios disponibles. El nivel de disponibilidad del producto, también conocido como nivel de servicio al cliente, es una de las principales medidas de la capacidad de respuesta de la cadena de suministro. Ésta puede utilizar un alto nivel de disponibilidad del producto para mejorar su

capacidad de respuesta y atraer clientes, incrementando así los ingresos de la cadena. Sin embargo, un alto nivel de disponibilidad del producto requiere grandes inventarios, los cuales aumentan los costos de la cadena. Por tanto, ésta debe lograr un equilibrio entre el nivel de disponibilidad y el costo del inventario. (Sunil Chopra, 2008).

2.1 VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL CÁLCULO DE MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE INVENTARIO

Según Carlos Vidal (2006), Se asume que el tamaño del pedido Q ha sido predeterminado y es independiente del punto de reorden s . Esto ha demostrado ser muy útil en la práctica, especialmente para el caso de los ítems clase B. Una forma de determinarlo es utilizar el EOQ en la siguiente notación básica:

- D = Rata de demanda, en unidades/año.
- $G_n(k)$ = Función especial de la distribución normal $N(0, 1)$
 $= \int_k^{\infty} (u_0 - k) \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-u_0^2/2} du_0.$
- k = Factor de seguridad.
- L = Tiempo de reposición, en años.
- $p_n(k)$ = Probabilidad de que la normal unitaria $N(0, 1)$ tome un valor mayor o igual que k
 $= P_n(k) = \int_k^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-u_0^2/2} du_0.$
- Q = Tamaño del pedido, en unidades.
- r = Costo de mantenimiento del inventario, en %/año.
- s = Punto de reorden, en unidades.
- SS = Inventario de seguridad, en unidades.
- v = Valor unitario, en \$/unidad.
- \hat{x}_L = Demanda esperada sobre el tiempo de reposición L , en unidades.
- $\hat{\sigma}_L$ = Desviación estándar de los errores de los pronósticos sobre el tiempo de reposición L , en unidades.

Para Carlos Vidal (2006), El término Dv es constante en este caso, pues no se consideran descuentos, y por lo tanto no es necesario considerarlo en la función objetivo. En este caso se utiliza el término C_c para designar este costo, o sea:

$$C_c = \bar{I}vr$$

En general, el inventario promedio viene dado por:

$$\bar{I} = \frac{\int_0^t I(t) dt}{\int_0^t dt}$$

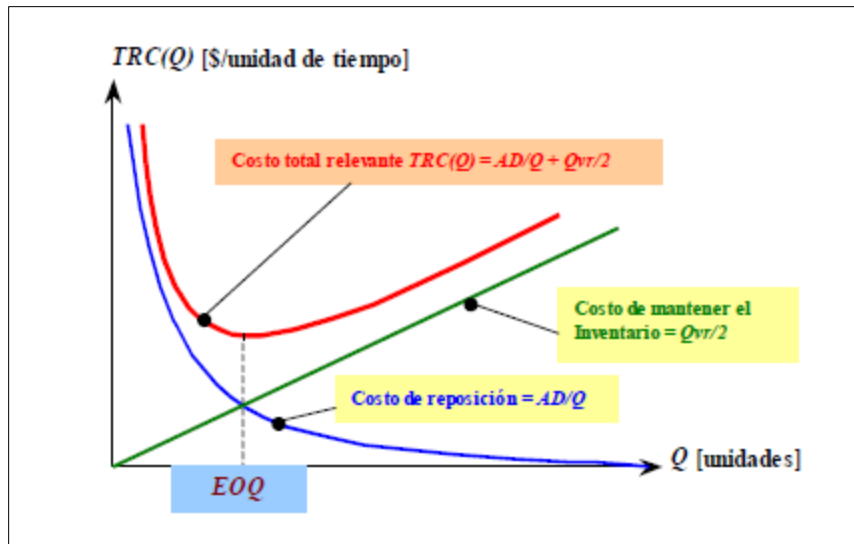
Esta expresión representa el área bajo la curva del inventario disponible contra el tiempo, dividida entre el tiempo correspondiente. En este caso, se deduce fácilmente que el inventario promedio es $Q/2$. Por lo tanto, el costo anual de llevar el inventario es:

$$C_c = \frac{Q}{2} vr$$

El costo total relevante considerado aquí es por lo tanto:

$$TRC(Q) = \frac{AD}{Q} + \frac{Qvr}{2}$$

Figura 5. Costo total relevante en función del tamaño de pedido



Fuente: (Carlos Vidal, 2006, p. 98)

Sunil Chopra, (2008, Pág. 354), sugiere que deben considerarse dos escenarios extremos:

- Toda la demanda que surge cuando el producto está agotado se aplaza y se surte más adelante, cuando se reabastecen los inventarios.
- Se pierde toda la demanda que se presenta cuando no hay producto en inventario. La realidad en la mayoría de los casos es un punto intermedio, ya que parte de la demanda se pierde y otros clientes regresan cuando el producto está en inventario. Aquí, consideramos los casos extremos.

Suponemos que la demanda por unidad de tiempo está distribuida normalmente, junto con los siguientes datos:

Q: Tamaño del lote de resurtido

S: Costo fijo asociado con cada pedido

ROP: Punto de reorden

D: Demanda promedio por unidad de tiempo

σ : Desviación estándar de la demanda por unidad de tiempo

ss.: Inventario de seguridad (recuerde que ss. = ROP - DL)

CSL: Nivel de servicio de ciclo

C: Costo unitario

H: Costo de mantener inventario como fracción del costo del producto por unidad de tiempo

H: Costo de mantener una unidad en inventario por una unidad de tiempo.

$H=hC$

Por lo anterior se considera muy pertinente y necesario manejar y conocer las cantidades vendidas en promedio por día y por semana, debido a las altas fluctuaciones de la demanda que genera incertidumbre en las salidas de los inventarios. Esto es un proceso que debe ser apoyado de igual manera en el indicador de rotación de los inventarios; el valor del indicador de rotación de inventarios constituye un buen indicador sobre la calidad de la gestión de los abastecimientos, de la gestión del stock y de las prácticas de compra de una empresa. No puede establecerse una cifra ya que varía de un sector a otro. (Autor).

Duque, Y. (2012), manifiesta que es importante no olvidar tomar en cuenta los factores para administrar el inventario, tales como: parámetros económicos, demanda, ciclo para ordenar, demoras en la entrega, re abasto del almacén, horizonte de tiempo, abastecimiento múltiple y números de artículos, ya que directa o indirectamente perjudica la eficiencia en la administración del inventario.

La cantidad a ordenar corresponde a la diferencia entre la Existencia Máxima calculada y las Existencias Actuales de inventario. Los pedidos que se efectúen fuera de las fechas establecidas de revisión corresponderán a aquellos que busquen reaccionar a una fluctuación anormal de la demanda de unidades que haga que los niveles de inventario lleguen al límite mínimo antes de la revisión. Numerosos sistemas automatizados emplean la técnica de máximos y mínimos calculando puntos de revisión y solicitando automáticamente órdenes de compra con sus respectivas cantidades a solicitar.

Teniendo en cuenta que:

Pp: Punto de pedido

Tr: Tiempo de reposición de inventario (en días)

Cp: Consumo medio diario

Cmx: Consumo máximo diario

Cmn: Consumo mínimo diario

Emx: Existencia máxima

Emn: Existencia mínima (Inventario de seguridad)

CP: Cantidad de pedido

E: Existencia actual

Las fórmulas matemáticas utilizadas en la técnica son:

$$Emn: C_{mn} * Tr;$$

$$Pp: (C_p * Tr) + Emn$$

$$Emx: (C_{mx} * Tr) + Emn;$$

$$CP: Emx - E$$

Ejemplo de aplicación de máximos y mínimos de inventario

La organización “Z” ubicada en frente al más grande complejo deportivo de la ciudad, desea calcular los niveles óptimos de inventario del Artículo bebida “A”. El camión de suministro de la bebida visita el almacén cada 6 días.

Las estadísticas de venta de la bebida nos dicen que el día de mayor consumo fue de 135 cajas; el día de menor consumo fue de 62 cajas; y la venta promedio es de 87 cajas. En el momento de considerar lo anterior en la bodega se encontraban 260 cajas de la bebida. Por ende:

$$Emn = (62 \text{ cajas/día} * 6 \text{ días}) = 372 \text{ cajas}$$

$$Emx = (135 \text{ cajas/día} * 6 \text{ días}) + 372 \text{ cajas} = 1182 \text{ cajas}$$

$$Pp = (87 \text{ cajas/día} * 6 \text{ días}) + 372 \text{ cajas} = 894 \text{ cajas}$$

$$CP = (1182 - 260) = 922 \text{ cajas}$$

Lo cual indica que el punto en el cual se debe emitir una orden de pedido corresponde al punto en el cual el inventario de la bebida alcance un mínimo de 894 cajas (lo cual corresponde a asegurar la satisfacción de la demanda durante los 6 días que tarda en arribar el camión + la cantidad de seguridad).

En cuanto a la cantidad de pedido esta debe recalcularse al alcanzar el Punto de pedido (Pp) teniendo en cuenta que puede variar dependiendo de las existencias en bodega al momento de emitir la orden.

(<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/administraci%C3%B3n-de-inventarios/control-preventivo-de-inventarios/>)

3. CASO DE ESTUDIO. APLICACIÓN DEL MODELO DE MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE INVENTARIO EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS

El modelo de máximos y mínimos de inventario, fue diseñado e implementado en una empresa del sector servicios, con el propósito de mantener estables los niveles de inventario en cada uno de los respectivos almacenes; Al mantener estables los niveles de inventario, se evitan agotados de materiales y se brinda un adecuado servicio al cliente manteniendo disponibles los productos para su posterior entrega.

Como se mencionó anteriormente, ésta técnica consiste en establecer niveles **Máximos y Mínimos de inventario**, además de su respectivo periodo fijo de revisión. La cantidad a ordenar corresponde a la diferencia entre la Existencia Máxima calculada y las Existencias Actuales de inventario.

A continuación se desarrollará cálculos de máximos y mínimos de inventario, mediante la aplicación de conceptos recopilados de los diferentes autores, bajo un ejercicio de modelación simulado.

Generalidades de Máximos y mínimos de inventarios

Índice de rotación:

El valor del indicador de rotación de inventarios constituye un buen indicador sobre la calidad de la gestión de los abastecimientos, de la gestión del stock y de las prácticas de compra de una empresa. No puede establecerse una cifra ya que varía de un sector a otro: las empresas fabricantes suelen tener índices de rotación entre 4 y 5; los grandes almacenes procuran llegar a 8; y los hipermercados pueden llegar a 25 en algunos artículos del surtido de alimentación. (Autor)

Concepto:

La rotación del inventario corresponde a la frecuencia media de renovación de las existencias consideradas, durante un tiempo dado. Se obtiene al dividir el consumo (venta, expediciones...), durante un período, entre el valor del inventario medio, de ese mismo período. (Autor).

Por ejemplo, si un vendedor de coches mantiene en promedio 10 coches en exposición en su tienda y al año vende un total de 150 vehículos, su stock tiene una rotación de 15. La rotación se calcula dividiendo las ventas totales, en este caso 150, entre el inventario medio, en este caso 10. (Autor).

La rotación del inventario, en realidad, está informando del número de veces que se recupera la inversión en existencias, durante un periodo. En el ejemplo anterior, el vendedor de coches ha recuperado 15 veces la inversión en coches que realizó durante el año, al vender 150 vehículos, manteniendo unas existencias medias de 10. (Autor).

Métrica de rendimiento:

La rotación es una de las métricas de eficiencia de la cadena suministro más comúnmente utilizadas. La rotación de inventario baja se asocia a menudo al exceso de inventario, a un mantenimiento excesivo de existencias y a la presencia de un inventario muerto (un inventario sin movimientos). La baja rotación también conlleva problemas de liquidez, lo que genera una presión en aumento sobre el capital de trabajo. (Autor).

La rotación de inventario alta es generalmente positiva, ya que indica que los productos se están vendiendo rápidamente. Puede ser el resultado de una buena gestión de inventario, pero también podría ser indicio de una situación de insuficiencia de existencias de seguridad. Las decisiones estratégicas de abastecimiento, como la elección de proveedores cercanos o lejanos, tienen un significativo impacto en la rotación, ya que esta está generalmente muy relacionada con el tiempo de entrega. (Autor).

Tabla 3. Rango de Puntos para determinar el índice de rotación de Inventarios

TABLA DE ESCALAS		
SECTOR	RANGO	FRECUENCIA
EMPRESAS FABRICANTES	4-5	ANUAL
GRANDES ALMACENES	6-8	ANUAL
HIPERMERCADOS*	9>	ANUAL

Fuente: (Autor)

* Para algunos hipermercados el rango puede llegar incluso hasta 25 pts. En el servicio de alimentación.

* El proceso de análisis de rotación de inventarios se debe alinear al ciclo bancario, que por lo general, son 90 días en la mayoría de los casos. (Autor)

Cálculo del Inventario Promedio:

- (inventario inicial en enero + inventario final en diciembre) / 2 - se utiliza con inventarios de poca variación (Autor).
- (suma de inventarios iniciales de enero a diciembre + inventario al 31 de diciembre) / 13 - se utiliza con inventarios de mucha variación. (Autor).

Tabla 4. Cálculo del índice de rotación de Inventarios (IR) y su reposición en días (R)

ROTACIÓN DE LOS INVENTARIOS (A)	ROTACIÓN DE LOS INVENTARIOS (B)
$IR = \frac{\text{VENTAS TOTALES (UND)}}{\text{INVENTARIO PROMEDIO (UND)}} = \frac{60}{20} = 3,0$	$IR = \frac{\text{COSTO M/CÍA VENDIDA (\$)}}{\text{INVENTARIO PROMEDIO (\$)}} = \frac{562.000}{21.000} = 26,8$
DIAS QUETARDA EL INVENTARIO EN REPONERSE (PROMEDIO)	REPOSICIÓN = R
$R = \frac{365 \text{ DÍAS}}{\text{ROTACIÓN DE LOS INVENTARIOS}}$	

Fuente: (Autor)

Índice de rotación de Inventarios (IR):

El índice de rotación de inventario, también conocido como el índice de rotación de existencias, es una de las figuras clave que se utilizan para evaluar la eficiencia de una empresa en el manejo de los productos que fabrica o compra para revender. Este índice ayuda a las empresas a saber si sus productos se venden con rapidez o con lentitud, sin embargo, como cualquier métrica que se calcula usando la información de los estados financieros, el índice de rotación de inventarios tiene sus limitaciones.

Reposición del Inventario (R):

Es el intervalo de tiempo en el cual el inventario, permanece en existencia (Stock); Este intervalo de tiempo puede estar representado en días, semanas o incluso meses.

Tabla 5. Significado de las siglas para el Cálculo de Máximos y mínimos de Inventario

EMN = CMN*TR	EMN: EXISTENCIA MÍNIMA (INVENTARIO DE SEGURIDAD)
PP = (CP*TR)+EMN	Pp: PUNTO DE PEDIDO / PUNTO DE RE-ORDEN
EMX = (CMX*TR)+EMN	EMX: EXISTENCIA MÁXIMA
CP = EMX-E	CP: CANTIDAD DE PEDIDO
	CMN: CONSUMO MÍNIMO DIARIO
	CP: CONSUMO PROMEDIO DIARIO
	CMX: CONSUMO MÁXIMO DIARIO
	TR: TIEMPO DE REPOSICIÓN DE INVENTARIO EN DÍAS (LEED TIME)
	E: EXISTENCIA ACTUAL

Fuente: (Autor)

Caso supuesto:

La empresa “ABC”, prestadora de servicios de mantenimiento, desea conocer su índice de rotación de inventarios y sus respectivos máximos y mínimos para 10 de sus artículos en almacén; Para ello, se requiere conocer el IR y el R de los materiales. En la tabla a continuación, se relaciona la respectiva unidad de medida base (U.M) y el costo unitario para cada material (COSTO/UN).

Tabla 6. Grupo de materiales disponibles en almacén

Nº	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	U.M	COSTO / UN
1	ARTÍCULO A	INH	\$15.000
2	ARTÍCULO B	VIA	\$3.000
3	ARTÍCULO C	CAP	\$9.000
4	ARTÍCULO D	TAB	\$600
5	ARTÍCULO E	BOL	\$12.000
6	ARTÍCULO F	BOL	\$6.000
7	ARTÍCULO G	CAP	\$6.000
8	ARTÍCULO H	TUV	\$18.000
9	ARTÍCULO I	PEN	\$4.500
10	ARTÍCULO J	FCO	\$7.000

Fuente: (Autor)

El periodo establecido para los movimientos de entrada y salida de Inventario, se define en 12 meses, el cual se indica de manera consolidada. Este comprende el inventario inicial (En mes 1), total de entradas, total de salidas (En periodo de 12 meses) y el inventario final (En mes 12).

Tabla 7. Balance consolidado de los movimientos de Inventario

PERÍODO DE 12 MESES			
INVENTARIO INICIAL	ENTRADAS	SALIDAS	INVENTARIO FINAL
1.000	2.500	2.000	1.500
500	3.500	3.650	350
1.800	4.000	1.000	4.800
2.000	3.200	5.150	50
1.000	2.000	2.800	200
3.500	10.000	13.000	500
4.400	20.000	15.000	9.400
7.700	24.000	21.000	10.700
50	450	450	50
200	5.700	3.000	2.900

Fuente: (Autor)

El total de ventas a lo largo del periodo de 12 meses, por artículo y a valor de costo, se relaciona a continuación (datos simulados):

Tabla 8. Total de ventas del período por artículo

N°	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	U.M	TOTAL VENTAS PERIODO (UND)
1	ARTÍCULO A	INH	2.000
2	ARTÍCULO B	VIA	3.650
3	ARTÍCULO C	CAP	1.000
4	ARTÍCULO D	TAB	5.150
5	ARTÍCULO E	BOL	2.800
6	ARTÍCULO F	BOL	13.000
7	ARTÍCULO G	CAP	15.000
8	ARTÍCULO H	TUV	21.000
9	ARTÍCULO I	PEN	450
10	ARTÍCULO J	FCO	3.000

Fuente: (Autor)

Para el cálculo del inventario promedio, se utilizará la fórmula (inventario inicial en enero + inventario final en diciembre) / 2, la cual está dada para inventarios de poca variación:

$$(INI + FIN)/2$$

Una vez efectuados los respectivos cálculos de manera individual para cada material, se obtiene la siguiente tabla de información, correspondiente al Inventario Promedio (Un):

Tabla 9. Inventario promedio por material en su respectiva unidad de medida base (U.M)

PERÍODO DE 12 MESES					(INI + FIN)/2
INVENTARIO INICIAL	ENTRADAS	SALIDAS	INVENTARIO FINAL	TOTAL VENTAS PERIODO (UND)	INVENTARIO PROM. (UND)
1.000	2.500	2.000	1.500	2.000	1.250
500	3.500	3.650	350	3.650	425
1.800	4.000	1.000	4.800	1.000	3.300
2.000	3.200	5.150	50	5.150	1.025
1.000	2.000	2.800	200	2.800	600
3.500	10.000	13.000	500	13.000	2.000
4.400	20.000	15.000	9.400	15.000	6.900
7.700	24.000	21.000	10.700	21.000	9.200
50	450	450	50	450	50
200	5.700	3.000	2.900	3.000	1.550

Fuente: (Autor)

Para el cálculo del índice de rotación (IR), se procede a utilizar una de las formulas previamente sugeridas:

$$IR = \frac{VENTAS TOTALES (UND)}{INVENTARIO PROMEDIO (UND)}$$

Tabla 10. Índice de rotación IR para cada uno de los materiales en estudio

DESCRIPCION DEL ELEMENTO	U.M	TOTAL VENTAS PERIODO (UND)	INVENTARIO PROM. (UND)	ÍNDICE ROTACIÓN (IR)
ARTÍCULO A	INH	2.000	1.250	1,6
ARTÍCULO B	VIA	3.650	425	8,6
ARTÍCULO C	CAP	1.000	3.300	0,3
ARTÍCULO D	TAB	5.150	1.025	5,0
ARTÍCULO E	BOL	2.800	600	4,7
ARTÍCULO F	BOL	13.000	2.000	6,5
ARTÍCULO G	CAP	15.000	6.900	2,2
ARTÍCULO H	TUV	21.000	9.200	2,3
ARTÍCULO I	PEN	450	50	9,0
ARTÍCULO J	FCO	3.000	1.550	1,9

Fuente: (Autor)

Para el criterio de rotación, se define los siguientes criterios bajo el análisis y estudio: “Alto”, “Medio” y “Bajo” con base en los siguientes medidas en puntos de medición:

Alto: => 6 pts.

Medio: Entre 4 y 5,9 pts.

Bajo: <3,9 pts.

Tabla 11. Criterio e índice de rotación (IR) para cada uno de los materiales en estudio

N°	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	U.M	ÍNDICE ROTACIÓN (IR)	CRITERIO DE ROTACIÓN
1	ARTÍCULO A	INH	1,6	BAJO
2	ARTÍCULO B	VIA	8,6	ALTO
3	ARTÍCULO C	CAP	0,3	BAJO
4	ARTÍCULO D	TAB	5,0	MEDIO
5	ARTÍCULO E	BOL	4,7	MEDIO
6	ARTÍCULO F	BOL	6,5	ALTO
7	ARTÍCULO G	CAP	2,2	BAJO
8	ARTÍCULO H	TUV	2,3	BAJO
9	ARTÍCULO I	PEN	9,0	ALTO
10	ARTÍCULO J	FCO	1,9	BAJO

Fuente: (Autor)

Una vez conocido el valor para el índice de rotación de cada uno de los materiales, se procede a calcular los días de inventario, utilizando la formula previamente indicada (365 días / Índice de rotación):

$$R = \frac{365 \text{ DÍAS}}{\text{ROTACIÓN DE LOS INVENTARIOS}}$$

La reposición “R” o los días que tardan los artículos en inventario, se esbozan a continuación:

Tabla 12. Días de Inventario para cada uno de los materiales en estudio

DESCRIPCION DEL ELEMENTO	U.M	ÍNDICE ROTACIÓN (IR)	CRITERIO DE ROTACIÓN	DÍAS DE INVENTARIO
ARTÍCULO A	INH	1,6	BAJO	225
ARTÍCULO B	VIA	8,6	ALTO	41
ARTÍCULO C	CAP	0,3	BAJO	1.188
ARTÍCULO D	TAB	5,0	MEDIO	71
ARTÍCULO E	BOL	4,7	MEDIO	77
ARTÍCULO F	BOL	6,5	ALTO	55
ARTÍCULO G	CAP	2,2	BAJO	165
ARTÍCULO H	TUV	2,3	BAJO	157
ARTÍCULO I	PEN	9,0	ALTO	40
ARTÍCULO J	FCO	1,9	BAJO	186

Fuente: (Autor)

La consolidación de toda la información previamente calculada, queda estructurada en la siguiente tabla:

Tabla 13. Cálculo de índice de rotación y días de inventario para materiales en estudio

DESCRIPCION DEL ELEMENTO	U.M	COSTO / UN	PERÍODO DE 12 MESES				TOTAL VENTAS PERIODO (UND)	INVENTARIO PROM. (UND)	(INI + FIN)/2	ÍNDICE ROTACIÓN (IR)	CRITERIO DE ROTACIÓN	DÍAS DE INVENTARIO
			INVENTARIO INICIAL	ENTRADAS	SALIDAS	INVENTARIO FINAL						
ARTÍCULO A	INH	\$15.000	1.000	2.500	2.000	1.500	2.000	1.250	1,6	BAJO	225	
ARTÍCULO B	VIA	\$3.000	500	3.500	3.650	350	3.650	425	8,6	ALTO	41	
ARTÍCULO C	CAP	\$9.000	1.800	4.000	1.000	4.800	1.000	3.300	0,3	BAJO	1.188	
ARTÍCULO D	TAB	\$600	2.000	3.200	5.150	50	5.150	1.025	5,0	MEDIO	71	
ARTÍCULO E	BOL	\$12.000	1.000	2.000	2.800	200	2.800	600	4,7	MEDIO	77	
ARTÍCULO F	BOL	\$6.000	3.500	10.000	13.000	500	13.000	2.000	6,5	ALTO	55	
ARTÍCULO G	CAP	\$6.000	4.400	20.000	15.000	9.400	15.000	6.900	2,2	BAJO	165	
ARTÍCULO H	TUV	\$18.000	7.700	24.000	21.000	10.700	21.000	9.200	2,3	BAJO	157	
ARTÍCULO I	PEN	\$4.500	50	450	450	50	450	50	9,0	ALTO	40	
ARTÍCULO J	FCO	\$7.000	200	5.700	3.000	2.900	3.000	1.550	1,9	BAJO	186	

Fuente: (Autor)

Aunque el índice de rotación de inventario es muy útil, tampoco es una medida perfecta. Si se cuenta con poco inventario se produce una reducción de ventas ya que los productos que necesitan los clientes pueden ser inaccesibles por algún tiempo. Una proporción alta de rotación puede verse bien en papel, pero no dirá si los inventarios son demasiado bajos y si la empresa perdió ventas en ese período.

Por otro lado, los niveles de inicio y fin de inventario para el período pueden ser engañosos. A fin de año, por ejemplo, se pueden presentar niveles inusualmente bajos de inventarios ya que muchos productos se venden en navidad. Si se usan sólo dos cifras para calcular los niveles promedio de inventario para todo el año pueden surgir suposiciones erróneas con respecto a la productividad de la empresa. Utilizar datos de los cuatro informes trimestrales mitiga el problema, pero no siempre es una solución perfecta.

Como regla general, cuanto mayor sea el índice de rotación de inventario, más eficiente y rentable es la empresa. Dicho de otra forma, la rotación de inventarios será mejor mientras más se aleje el resultado del número 1. Las políticas de la empresa deben conducir a conseguir una alta rotación de inventarios, para así lograr maximizar la utilización de los recursos disponibles.

Calculando Máximos y mínimos de inventario

Para desarrollar el siguiente numeral, se tomará como punto de partida, los materiales simulados con todas sus respectivas características en el tema anterior de Índices de rotación (IR); Cabe acotar, que para dar inicio al cálculo de máximos y mínimos se deben tener unos valores de inventario previamente identificados, como lo son:

CMN: CONSUMO MÍNIMO DIARIO
CP: CONSUMO PROMEDIO DIARIO
CMX: CONSUMO MÁXIMO DIARIO
TR: TIEMPO DE REPOSICIÓN DE INVENTARIO EN DÍAS (LEED TIME)
E: EXISTENCIA ACTUAL

Estos valores, serán simulados en la siguiente tabla tal cual se describe a continuación:

Tabla 14. Datos de consumo (salidas), tiempo de entrega del proveedor y existencias actuales en inventario (Valores Simulados)

DESCRIPCION DEL ELEMENTO	U.M	COSTO / UN	Cmn	Cp	Cp semanal	Cmx	Tr	E (Existencia actual)
ARTÍCULO A	INH	\$15.000	9	15	90	20	3	9
ARTÍCULO B	VIA	\$3.000	7	22	132	30	3	9
ARTÍCULO C	CAP	\$9.000	7	14	84	20	3	10
ARTÍCULO D	TAB	\$600	7	18	108	20	3	11
ARTÍCULO E	BOL	\$12.000	5	19	114	22	3	11
ARTÍCULO F	BOL	\$6.000	6	21	126	32	3	25
ARTÍCULO G	CAP	\$6.000	4	9	54	15	3	5
ARTÍCULO H	TUV	\$18.000	2	9	54	15	3	20
ARTÍCULO I	PEN	\$4.500	9	12	72	16	3	10
ARTÍCULO J	FCO	\$7.000	4	10	60	17	3	15

Fuente: (Autor)

Una vez con la obtención de los datos que se deben tener de los movimientos de salidas de inventario, se procede a efectuar los cálculos correspondientes según las formulas previamente indicadas, para los Máximos y mínimos de inventario, a saber:

EMN = CMN*TR	EMN: EXISTENCIA MÍNIMA (INVENTARIO DE SEGURIDAD)
PP = (CP*TR)+EMN	Pp: PUNTO DE PEDIDO / PUNTO DE RE-ORDEN
EMX = (CMX*TR)+EMN	EMX: EXISTENCIA MÁXIMA
CP = EMX-E	CP: CANTIDAD DE PEDIDO
	CMN: CONSUMO MÍNIMO DIARIO
	CP: CONSUMO PROMEDIO DIARIO
	CMX: CONSUMO MÁXIMO DIARIO
	TR: TIEMPO DE REPOSICIÓN DE INVENTARIO EN DÍAS (LEED TIME)
	E: EXISTENCIA ACTUAL

Nota: Para el CP (Consumo promedio diario), se toma como base de análisis semana de 6 días hábiles.

Los datos de los cálculos realizados se esbozan a continuación:

Tabla 15. Cálculo de máximos y mínimos de inventario para materiales en estudio

		CÁLCULO DE MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE INVENTARIO										
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	U.M	Cmn	Cp	Cp semanal	Cmx	Tr	E (Existencia actual)	Emn (Cmn*Tr)	Pp (Cp*Tr)	Emx [(Cmx*Tr)+Emn]	CP (Emx-E)	
ARTÍCULO A	INH	9	15	90	20	3	9	27	45	87	78	
ARTÍCULO B	VIA	7	22	132	30	3	9	21	66	111	102	
ARTÍCULO C	CAP	7	14	84	20	3	10	21	42	81	71	
ARTÍCULO D	TAB	7	18	108	20	3	11	21	54	81	70	
ARTÍCULO E	BOL	5	19	114	22	3	11	15	57	81	70	
ARTÍCULO F	BOL	6	21	126	32	3	25	18	63	114	89	
ARTÍCULO G	CAP	4	9	54	15	3	5	12	27	57	52	
ARTÍCULO H	TUV	2	9	54	15	3	20	6	27	51	31	
ARTÍCULO I	PEN	9	12	72	16	3	10	27	36	75	65	
ARTÍCULO J	FCO	4	10	60	17	3	15	12	30	63	48	

Fuente: (Autor)

Conclusiones y resultados para la toma de decisiones:

Para el artículo “A”, como el consumo promedio diario (Cp) es de 15 INH, y el proveedor demora 3 días en reabastecer, se consumen en los 3 días 45 INH, por lo tanto, el Punto de pedido [Pp (Cp*Tr)] (es decir, momento en que se genera la orden de compra al proveedor), es cuando el nivel del inventario baja para éste artículo, a 45 INH:

Tabla 16. Análisis del Punto de pedido (Pp) para cada uno de los materiales en estudio

		CÁLCULO DE MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE INVENTARIO										
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	U.M	Cmn	Cp diario	Cp semanal	Cmx	Tr	E (Existencia actual)	Emn (Cmn*Tr)	Pp (Cp*Tr)	Emx [(Cmx*Tr)+Emn]	CP (Emx-E)	
ARTÍCULO A	INH	9	15	90	20	3	9	27	45	87	78	
ARTÍCULO B	VIA	7	22	132	30	3	9	21	66	111	102	
ARTÍCULO C	CAP	7	14	84	20	3	10	21	42	81	71	
ARTÍCULO D	TAB	7	18	108	20	3	11	21	54	81	70	
ARTÍCULO E	BOL	5	19	114	22	3	11	15	57	81	70	
ARTÍCULO F	BOL	6	21	126	32	3	25	18	63	114	89	
ARTÍCULO G	CAP	4	9	54	15	3	5	12	27	57	52	
ARTÍCULO H	TUV	2	9	54	15	3	20	6	27	51	31	
ARTÍCULO I	PEN	9	12	72	16	3	10	27	36	75	65	
ARTÍCULO J	FCO	4	10	60	17	3	15	12	30	63	48	

Fuente: (Autor)

Ahora, Conocido el Punto de pedido (Pp), la cantidad a pedir (CP) para éste artículo será de 78 INH, ya que sumado al consumo mínimo semanal de 9 INH, la cantidad en inventario no sobrepasa la existencia máxima a tener (Emx), de 87 INH:

Tabla 17. Análisis de Cantidad a Pedir para cada material en estudio

		CÁLCULO DE MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE INVENTARIO									
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	U.M	Cmn	Cp diario	Cp semanal	Cmx	Tr	E (Existencia actual)	Emn (Cmn*Tr)	Pp (Cp*Tr)	Emx [(Cmx*Tr)+Emn]	CP (Emx-E)
ARTÍCULO A	INH	9	15	90	20	3	9	27	45	87	78
ARTÍCULO B	VIA	7	22	132	30	3	9	21	66	111	102
ARTÍCULO C	CAP	7	14	84	20	3	10	21	42	81	71
ARTÍCULO D	TAB	7	18	108	20	3	11	21	54	81	70
ARTÍCULO E	BOL	5	19	114	22	3	11	15	57	81	70
ARTÍCULO F	BOL	6	21	126	32	3	25	18	63	114	89
ARTÍCULO G	CAP	4	9	54	15	3	5	12	27	57	52
ARTÍCULO H	TUV	2	9	54	15	3	20	6	27	51	31
ARTÍCULO I	PEN	9	12	72	16	3	10	27	36	75	65
ARTÍCULO J	FCO	4	10	60	17	3	15	12	30	63	48

Fuente: (Autor)

Para el tiempo de reposición (Tr), se debe tener en cuenta el día en que el proveedor efectúa físicamente la entrega, no el lead time del mismo, puesto que para el nivel de servicio, se lleva otro tipo de manejo como lo es la evaluación y el seguimiento a proveedores.

Tabla 18. Máximos y mínimos de inventarios e índice de rotación para cada artículo

		ÍNDICE DE ROTACIÓN (IR)			CÁLCULO DE MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE INVENTARIO				
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	U.M	ÍNDICE ROTACIÓN (IR)	CRITERIO DE ROTACIÓN	DÍAS DE INVENTARIO	Emn (Cmn*Tr)	Pp (Cp*Tr)	Emx [(Cmx*Tr)+Emn]	CP (Emx-E)	
ARTÍCULO A	INH	1,6	BAJO	225	27	45	87	78	
ARTÍCULO B	VIA	8,6	ALTO	41	21	66	111	102	
ARTÍCULO C	CAP	0,3	BAJO	1.188	21	42	81	71	
ARTÍCULO D	TAB	5,0	MEDIO	71	21	54	81	70	
ARTÍCULO E	BOL	4,7	MEDIO	77	15	57	81	70	
ARTÍCULO F	BOL	6,5	ALTO	55	18	63	114	89	
ARTÍCULO G	CAP	2,2	BAJO	165	12	27	57	52	
ARTÍCULO H	TUV	2,3	BAJO	157	6	27	51	31	
ARTÍCULO I	PEN	9,0	ALTO	40	27	36	75	65	
ARTÍCULO J	FCO	1,9	BAJO	186	12	30	63	48	

Fuente: (Autor)

El estudio o cálculo de máximos y mínimos de inventario, es una variable que debe ser medida con cierta y mayor frecuencia, con la finalidad de obtener una estabilidad o un correcto balanceo en las cantidades a mantener en inventario; Una vez se ha efectuado el cálculo por vez primera, se recomienda realizar un segundo estudio con un intervalo de tiempo no mayor a 6 meses, con el fin de reflejar mayores ajustes a las cantidades a mantener en el inventario disponible. (Autor).

4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES DE LA GESTIÓN DE MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE INVENTARIOS

En la aplicación e implementación de máximos y mínimos de inventarios en la empresa de servicios, se establece y se concluye la viabilidad y eficacia del método, permitiendo de esta forma controlar los niveles de inventario e incrementando las probabilidades de tener disponible el producto en el tiempo y lugares correctos, impactando de manera beneficiosa en la confiabilidad del servicio y la fidelidad del cliente.

Por lo tanto, los inventarios existen porque es una forma de evitar problemas de escasez y de excesos de inventarios; es una relación de los elementos que tenemos en la empresa, en este caso se hace referencia a los bienes objeto de la actividad económica de la organización. Un control de inventario bajo la modelación de máximos y mínimos de inventario, es la herramienta que nos permite mantener la existencia de los productos en los niveles deseados, así como se realizaría con un software especializado, logrando de ésta manera el mismo resultado.

Se establece por lo tanto que, los resultados obtenidos con éste método en su concepción de cálculo y análisis, son factibles, prácticos, confiables y producen los mismos resultados que una aplicación enfocada al mismo objetivo en un sistema de información.

Por consiguiente, los inventarios presentan una característica muy particular: Tener demasiado nivel de inventario, es equivalente a decir, que se tiene altos niveles de recursos inmovilizados, debido a que la inversión al momento de hacer la compra de los productos no ha sido retornada. Pero si no tenemos suficientes productos o material y nuestros clientes la solicitan, se puede generar una mala imagen ante ellos, debido a los agotados y por consiguiente, una potencial pérdida de clientes. Para evitar que esto suceda, es altamente recomendable tener un control de inventario personalizado a las necesidades de nuestra empresa y nuestros clientes, como lo es por ejemplo, el estudio de Máximos y mínimos de Inventario.

No obstante, se destaca la relevancia de la aplicación de políticas de Inventario en la administración de las organizaciones, por cuanto el análisis teórico –cualitativo y cuantitativo, constituye un mecanismo instrumento esencial en el manejo de los inventarios y para la toma de decisiones, determinándose de ésta manera el comportamiento y costos de los inventarios.

Finalmente, las fluctuaciones en los patrones de demanda, bajo los modelos de demanda determinísticos y probabilísticos durante la etapa de reabastecimiento, es el objeto principal para el correcto adecuado y manejo de los inventarios en todas las organizaciones, generando las estrategias y gestiones para dar el mejor uso a los procesos de inventarios. En Colombia, la aplicación de modelos sencillos de pronósticos y técnicas del control de la demanda determinística en las compañías, han mostrado mejoramientos importantes, evidenciando la ventaja de los métodos y las oportunidades existentes en el sector empresarial.

REFERENCIAS

Aliosky Camacho Rodríguez y Esther Lidia Machado Chaviano. (2017). Optimizing Inventory Levels with a Collaborative Approach in a Service Supply Chain in Tourism. Ciencias Económicas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-91552017000200010&lng=en&tlng=en

Ciancimino Elena, (2016). Análisis multinivel de cadenas de suministros. Universidad de Palermo. <https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/download/2127/1696>

Duque, Y. (2012). Administración del inventario: elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas. *Visión Gerencial*, núm. 1, enero-junio, 2012, pp. 55-78. Universidad de los Andes Mérida, Venezuela. Recuperado a partir de: <http://www.redalyc.org/pdf/4655/465545892008.pdf>

Facultad de Estudios a distancia FAEDIS. (S.f.). Unidad 3 Gestión de inventarios. Logística. Pág. 5. http://virtual.umng.edu.co/distancia/ecosistema/ovas/administracion_empresas/logistica/unidad_3/DM.pdf

Facultad de Estudios a distancia FAEDIS. (S.f.). Introducción a la gestión de inventarios. Pág. 3. http://virtual.umng.edu.co/distancia/ecosistema/ovas/administracion_empresas/logistica/unidad_3/DM.pdf

Fundación Iberoamericana de Estudios Profesionales – FIAEP (2014). Control y manejo de inventario y almacén. Recuperado el 09122018, a partir de: <http://fiaep.org/inventario/controlymanejodeinventarios.pdf>

Guillermo Hernández Barajas. (2014). Manual para el manejo de máximos y mínimos. León Guanajuato, México. <http://www.estratega-sistemas.com/descargas/MaximosYMinimos.pdf>

Irma Yolanda Garrido Bayas, Magda Cejas Martínez. (2017), La gestión de inventario como factor estratégico en Administración de empresas. <http://www.redalyc.org/html/782/78252811007/>

Izar, L. J.; Ynzunza, C. C. y Zermeño, P. E. (2015). Cálculo del punto de reorden cuando el tiempo de entrega y la Demanda están correlacionados. *Contad. Adm vol. 60 no. 4 México*. Recuperado a partir de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-10422015000400864

Izar, L. J. M.; Ynzunza, C. C.; Castillo, R. A y Hernández, M. R. (2015). A Comparative Study About the Impact of the Mean and Variance of Lead Time and Demand on the Inventory Cost. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, volumen XVII (número 3). Recuperado a partir de: <http://www.redalyc.org/html/404/40446487007/>

Izar, L. J.; Ynzunza, C. C. y Guarneros, G. O. (2016). Variabilidad de la demanda del tiempo de entrega, existencias de seguridad y costo del inventario. *Contad. Adm vol. 61 no. 3 México*. Recuperado a partir de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-10422016000300499

John Wilmer Escobar, (2017). Gestión de Inventarios para distribuidores de productos perecederos. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*. <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/viewArticle/8609/10056>

José Iván Granado (2008), Gerencia de la cadena de abastecimientos; Gestión logística, fes.edu.co. http://www.fesc.edu.co/portal/archivos/e_libros/logistica/gestion_logistica.pdf

Juan Manuel Izar Landeta – Carmen Berenice Ynzunza – Orlando Guarneros García, (2016), Variabilidad de la Demanda del tiempo de entrega, existencias de seguridad y costo del Inventario, *Contaduría y Administración*. Pág. 500

Laguna, Q. D. (2013). Propuesta de un sistema de gestión de inventarios para una empresa comercializadora de Productos de Plástico. Proyecto de Grado. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima – Perú. Recuperado el 02032019, A partir de: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/.../DLaguna.doc?>

Loja, G. J. (2015). Propuesta de un sistema de gestión de inventarios para la empresa FEMARPE CÍA. LTDA. Tesis De Grado. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador. Recuperado el 10122018, a partir de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7805/1/UPS-CT004654.pdf>

Mejía, C. c. (s.f.). Indicadores de Efectividad y Eficacia. Documentos Planning. Publicación periódica coleccionable. Recuperado a partir de: <http://www.ceppia.com.co/Herramientas/INDICADORES/Indicadores-efectividad-eficacia.pdf>

Murillo, V. G. y Murillo, L. J. (2013). Manual de políticas y procedimientos para el manejo técnico del inventario en su transición al nuevo sistema informático que implementará la compañía extrusiones plásticas Explast S.A. de la

ciudad de Guayaquil. Tesis de Grado. Universidad Politécnica Salesiana. Guayaquil – Ecuador. Recuperado el 20112018, a partir de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4233/1/UPS-GT000386.pdf>

Ortega, R. G. (2012). Determinación de un modelo de inventarios para una empresa de mensajería especializada de Bogotá. Trabajo de Grado. Universidad Pontificia Bolivariana. Recuperado 03112018, a partir de: https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2178/digital_23979.pdf?sequence=1

Otero, P. M. (2012). Diseño de una propuesta de gestión de abastecimiento e inventarios para un astillero en Colombia. Trabajo de Grado. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. Colombia. Recuperado el 12102018, a partir de: <http://bdigital.unal.edu.co/9000/1/822065.2012.pdf>

Palmer, G. M.; Cardós, C. M.; Babiloni, E.; Guijarro, T. E. (2015). Revisión de modelos de gestión de inventarios para repuestos reparables. Recuperado a partir de: https://www.researchgate.net/publication/277793393_Revision_de_modelos_de_gestion_de_inventarios_para_repuostos_reparables

Pena, Omaira; Silva, Rafael. (2016). Factores incidentes sobre la gestión de sistemas de inventario. Revista Telos Vol. 18. Universidad Rafael Belloso Chacín. <http://publicaciones.urbe.edu/index.php/telos/article/view/4416/5515>

Roberto Carro Paz. (2013). Administración de las operaciones y gestión de stocks. Facultad de ciencias económicas y Sociales. Universidad Nacional del mar del Plata. Pág. 7 a 23. <http://nulan.mdp.edu.ar>

Rojas, Z. F. y Paniagua, C. A. (2012). A proposal for the implementation and evaluation of Community Pharmacy Training: Abc Inventory Classification and its impact on the degree of operating leverage. Edición N° 14 –. Revista GPT Gestión de las Personas y Tecnología / Edición N° 14. Recuperado a partir de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4125807.pdf>

Sunil Chopra, Peter Meindl (2008), Administración de la cadena de Suministro, Estrategia, Planeación y operación, Tercera edición. Pearson. Pág. 346 a 354.

Van Kampen, T. J., van Donk, D. P. y van-der Zee, D. (2010). Safety stock or safety lead-time: Coping with Unreliability in demand and supply. *International Journal of Production Research*, 48(24), 7463–7481.

Velázquez, G. L. (2012). Elaboración de una cédula como instrumento de gestión de Inventario. Tesina. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. Recuperado el 12102018, a partir de: https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/qfb/tesis/tesis_velazquez_gomez_lorena.pdf

Vidal Holguín Carlos Julio. Fundamentos de gestión y control de inventarios. (2017). Universidad del valle – Facultad De Ingeniería. Capítulo 2. Elementos para la toma de decisiones en sistemas de Inventarios. Pág. 44 a 60 y 135 a 139.

Villarreal, F. (2016). Introducción a los Modelos de Pronósticos. Universidad Nacional del Sur. Argentina. Recuperado El 04112018, a partir de: http://www.matematica.uns.edu.ar/uma2016/material/Introduccion_a_los_Modelos_de_Pronosticos.pdf

Zapata, C. J. (2014). *Fundamentos de la gestión de inventarios*. Centro Editorial Esumer. Medellín. Recuperado el 12102018 <https://www.esumer.edu.co/images/centroeditorial/Libros/fei/libros/Fundamentosdelagestiondeinventarios.pdf>