

GESTIÓN DE INVENTARIOS CON MODELOS DE REVISIÓN CONTINUA Y DEMANDA ESTACIONAL

Inventory Management with Continuous Review Model and Seasonal Demand

Melany Y. Jaramillo Carrasquilla¹

<https://orcid.org/0009-0009-8211-2834>

Alexandr A. Vorotnikov Rubatino²

<https://orcid.org/0009-0001-6958-1777>

Recibido: 22/10/2025

Aceptado: 30/11/2025

Publicado: 29/12/2025

Cómo citar este artículo: Jaramillo Carrasquilla, M., Vorotnikov Rubatino, A. (2025). Gestión de inventarios con modelos de revisión continua y demanda estacional. *Entrelíneas*, 4(2), e040206.

<https://doi.org/10.56368/Entrelíneas426>

RESUMEN

El manejo eficiente de inventarios representa un desafío constante para las empresas que operan con demandas variables. Los modelos probabilísticos de revisión continua se presentan como una herramienta efectiva para anticipar necesidades y reducir costos. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de un modelo probabilístico de inventario con demanda independiente y revisión continua, aplicado a una empresa comercializadora de chocolates, con el fin de optimizar la cantidad de pedido y el punto de reorden. La investigación se sustentó en referentes teóricos como Taha, Hillier y Lieberman, así como Hadley y Whitin, quienes desarrollaron los fundamentos de los modelos estocásticos utilizados en la gestión de inventarios. La metodología utilizó un enfoque cuantitativo y aplicado, se analizaron datos históricos de ventas de Chocolaterías Milkaelos, enfocándose en los cinco productos más demandados, y se compararon los modelos determinístico y probabilístico (EOQ) considerando la variabilidad estacional de la demanda. Los resultados evidenciaron que el modelo probabilístico permitió predecir con mayor precisión las cantidades óptimas de pedido y los puntos de reorden, ajustándose a los cambios estacionales y reduciendo los costos de almacenamiento y desabastecimiento. En conclusión, el modelo de revisión continua se consolida como una herramienta efectiva para equilibrar, fortalecer y gestionar el inventario.

¹ Magíster en Matemática Aplicada y Ciencia en Computación, Universidad ITMO de San Petersburgo. Universidad de Panamá, Panamá. melanyjaramilloca@gmail.com

² Magíster en Matemáticas Aplicadas y Ciencias de la Computación, Universidad ITMO de San Petersburgo; Licenciado en Matemáticas, Universidad de Panamá, Panamá. avrubatino@gmail.com

Palabras clave: modelos probabilísticos, gestión de inventarios, revisión continua, cantidad económica de pedido.

ABSTRACT

Efficient inventory management is a constant challenge for companies operating with variable demand. Probabilistic models with continuous review are an effective tool for anticipating needs and reducing costs. The objective of this study was to evaluate the effectiveness of a probabilistic inventory model with independent demand and continuous review, applied to a chocolate retailer, in order to optimize order quantity and reorder point. The research was based on theoretical references such as Taha, Hillier, and Lieberman, as well as Hadley and Whitin, who developed the fundamentals of stochastic models used in inventory management. The methodology used a quantitative and applied approach, analyzing historical sales data from Chocolaterías Milkaelos, focusing on the five most demanded products, and comparing deterministic and probabilistic (EOQ) models considering seasonal variability in demand. The results showed that the probabilistic model allowed for more accurate prediction of optimal order quantities and reorder points, adjusting for seasonal changes and reducing storage and stockout costs. In conclusion, the continuous review model is established as an effective tool for balancing, strengthening, and managing inventory.

Keywords: Probabilistic models, inventory management, continuous review, economic order quantity.

Introducción

Desde finales del siglo XIX hasta mediados del siglo XX, surge el movimiento de la administración científica, como base fundamental en la optimización de procesos productivos, lo que ayudó a aceptar el control de producción y el proceso de planeación. Frederick W. Taylor, considerado el padre de la administración científica, estudió por más de veinte años para introducir los principios que permitieran la mejor manera de sistematizar el trabajo y controlar la producción (Robbins & DeCenzo, 2009). Luego se considera formalmente la Investigación de Operaciones como una disciplina, relacionada con las planificaciones científicas y militares, originadas durante la Segunda Guerra Mundial (Taha, 2004).

En la actualidad, muchas empresas enfrentan un dilema constante, según Flores (2017), uno de los dilemas tiene que ver con conocer cuántos bienes mantener en inventarios, pues no se sabe con exactitud el nivel de ventas en el futuro. Esto garantiza la continuidad operativa del inventario sin incurrir en sobrecostos por exceso de existencias. El buen servicio al cliente, la incertidumbre en la demanda y la variabilidad en los tiempos de entrega, fuerza a las empresas revisar continuamente los sistemas de reabastecimiento del inventario. Tanto la empresa como el cliente se benefician cuando el procesamiento de pedido se realiza de manera rápida y precisa, ya que, las decisiones en cuanto a los inventarios implican saber cuándo de colocarse un pedido y cuánto pedir (Ruiz et al., 2008).

Muchos académicos han estudiado el análisis de modelos de inventario (Hadley & Whitin, 1963) crearon las bases matemáticas de los sistemas de inventario estocástico, además de caracterizar el problema de los inventarios con enfoque determinístico y que a su vez abarca el caso probabilístico. El problema se intensifica comúnmente en empresas donde la demanda es aleatoria e independiente, ya que, la determinación específica en la reposición del stock del inventario se debe realizar conforme al mercado vaya solicitando los productos terminados, consiguiendo crear pérdidas o quiebres de stocks (Solís, 2011).

De acuerdo con Vidal Holguín (2010), el problema con la demanda probabilística está en que “representa la situación más compleja pero también más aproximada a la realidad. Aquí la variable aleatoria (demanda) se asume que sigue cierta distribución probabilística y con base en esta, se deducen las expresiones para su control” (p. 173). Mathur & Solow (1996), afirman que la

administración de inventarios corresponde a aquellas técnicas que facilitan las operaciones y transacciones a los encargados o gerentes para evaluar y obtener respuesta a cuándo se deberían reabastecer los inventarios y cuánto se debería ordenar.

En este contexto, la naturaleza de los modelos probabilísticos de revisión continua es apropiado para mejorar la eficiencia en inventarios con demandas complejas (Taha, 2004). Es por ello que surge la siguiente interrogante ¿cómo influye un modelo probabilístico de inventario con demanda independiente y revisión continua para optimizar la cantidad de pedido y el punto de reorden en una empresa comercializadora? Es así que para esta investigación se ha propuesto el objetivo de evaluar la eficacia de un modelo probabilístico de inventario con demanda independiente y revisión continua que mejore la cantidad de pedido y los puntos de reorden en una empresa comercializadora.

La empresa de estudio pertenece al sector de comercialización, donde se requiere una disponibilidad oportuna de productos para mantener el liderazgo a nivel competitivo y brindar una buena atención al cliente. Durán (2012) menciona que “se debe manejar grandes cantidades de inventario de productos terminados para atender eficazmente a los consumidores” (p. 59).

En empresas de este tipo, el tema de manejar inventarios con demanda independiente implica un desafío, ya que, para evitar problemas económicos, se debe contar con una buena gestión del inventario (Durán, 2012). Entonces la gestión eficiente de inventarios es un factor fundamental para el éxito de las empresas.

Es importante señalar que los problemas usuales en los inventarios mayormente son, quiebres de stocks y exceso de inventarios lo que genera mayor costo, Vidal Holguín (2010) manifiesta que “siempre tenemos demasiado de lo que no se vende o consume, y muchos agotados de los productos que más rotan” (p. 15). Con respecto a este tema, el autor añade que “lo interesante de este problema es que ocurre prácticamente en cualquier empresa del sector industrial, comercial o de servicios” (p. 15). Es por ello que aplicar un modelo probabilístico de inventario con revisión continua en empresas comercializadoras permite determinar con mayor precisión la cantidad óptima de pedido (Q) y el punto de reorden (R), considerando la incertidumbre propia del entorno comercial, además de mejora del nivel de servicio al cliente con menor riesgo de faltantes Ríos *et al.* (2008).

Revisión de la literatura

En el campo de la contabilidad, el inventario forma parte del patrimonio de la empresa u organización, de modo que puede ser valorado, organizado y contabilizado. Bustos & Chacón (2007) afirman que “los inventarios constituyen una inversión de recursos económicos, lo que implica igualmente contar con costos, por lo que se espera alcanzar el mayor rendimiento posible” (p. 242). Además, explican que, en términos de contabilidad, los inventarios son denominados como activos corrientes o circulantes que desempeñan una función de vital importancia dentro de una empresa, pues influyen directamente en la rentabilidad de la misma.

De acuerdo con Hillier & Lieberman (2001), los inventarios son una cantidad de bienes almacenados, retenidos para algún propósito o para su uso. Pueden mantenerse en las instalaciones, cerca, o en un almacén distante o centro de distribución. Para Mathur & Solow (1996) son aquellos productos disponibles al cliente, que usará o comprará. La gestión de inventarios es el proceso de administrar los recursos almacenados en una empresa para asegurar su disponibilidad de manera óptima y al costo más bajo. Implica un enfoque sistémico que integra diversas actividades operativas orientadas a minimizar costos y satisfacer las necesidades del cliente. (López Montes, 2014)

Recopilando trabajos de diversos autores, que integran enfoques interesantes para enfrentar la incertidumbre en la gestión de inventario, Vidal Holguín (2012) presenta un enfoque cualitativo y cuantitativo de los principales conceptos y técnicas para la administración y supervisión de inventarios de demanda independiente, haciendo hincapié en brindar una mejor atención al cliente al mismo tiempo en que se optimizan los costos. Es importante resaltar lo propuesto por Bustos y Chacón (2007) los autores mencionan que las empresas pueden emplear distintos modelos para gestionar los inventarios de manera eficiente dependiendo de la demanda de los artículos que los componen, ya sea de demanda independiente o dependiente. Chase *et al.* (2009) señalan que, en la elección del sistema de control implica de inventarios se considerar el tipo de demanda, el costo y el riesgo de obsolescencia. Además, clasifican la demanda en dos tipos, la dependiente que está

vinculada a la producción de otro producto y se calcula en función de la producción planificada y la independiente donde “las demandas de varias piezas no están relacionadas entre sí” (p. 550).

Ríos et al. (2008) explican el sistema de inventario probabilístico con demanda independiente y revisión continua, enfocado en nuevos pedidos, destacando su relevancia para optimizar la adquisición y gestión de recursos en las empresas, considerando que tanto la demanda como el tiempo de suministro pueden variar y que estas necesidades son generadas por actores externos, fuera del control de la organización. El estudio desarrolló los modelos de control de inventario de costo con faltante y nivel de servicio, concluyendo que su aplicación es recomendable solo para artículos de alto valor e importancia, debido a la inversión en tiempo, recursos y tecnologías. Para Durán (2012) es importante considerar los factores que impactan, de manera directa o indirecta la eficiencia de la gestión de los inventarios, como por ejemplo “parámetros económicos, demanda, ciclo para ordenar, demoras en la entrega, reabasto del almacén, horizonte de tiempo, abastecimiento múltiple y números de artículos” (p. 76).

Por otro lado, aportes como, el de Pulido-Rojano et al. (2020) proponen el planteamiento de optimización para minimizar los costos en modelos de inventario probabilísticos con demanda independiente, que se aplicó a una empresa comercializadora de productos desechables. Esta investigación se enfoca en los datos históricos de ventas, usando la desviación estándar y los errores de pronóstico para establecer la política óptima de inventarios. Además, determina la cantidad económica de pedido y fijar el stock de seguridad y la evaluación de distintos métodos de pronóstico, eligiendo el que presentó menor error cuadrático medio. El resultado de esta investigación fue práctico y fácil de aplicar, logrando optimizar los costos de mantenimiento, pedido e inventario de seguridad.

En la misma línea, el estudio de Madariaga et. al (2020) plantea un enfoque integral que combina técnicas de pronóstico, con especial atención a la estacionalidad, junto con la clasificación ABC para segmentar productos según su rotación y valor, aplicada a una empresa comercializadora mayorista, probando que la integración de análisis estadístico de la demanda con la clasificación de inventarios mejora la precisión de los pedidos y contribuye significativamente a la reducción de costos y al aumento del nivel de servicio al cliente, permitiendo asignar políticas diferenciadas de control de inventarios a cada categoría, optimizando la reposición y reduciendo quiebres de stock.

Metodología

El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo y es una investigación aplicada, que tiene un componente de modelado matemático (Hernández-Sampieri & Mendoza Torres, 2018). El método principal utilizado fue la revisión teórica de los modelos de inventarios, seguido de la derivación y aplicación de fórmulas matemáticas para encontrar soluciones óptimas. El diseño es de carácter explicativo y predictivo (Oliver, 2011) porque busca determinar las cantidades óptimas a pedir y los puntos de reorden para minimizar los costos y controlar los déficits.

Esta investigación agrega un análisis matemático que abarca tanto modelos de inventario determinísticos como modelos probabilísticos, con el fin de comparar su aplicabilidad en diferentes tipos de demanda. Dentro de los modelos determinísticos se incluyen el Modelo de cantidad económica de pedido o (EOQ) o Harris – Wilson es el más conocido y simple de todos los modelos, utiliza una política de revisión continua y busca determinar qué cantidad se debe reabastecer el inventario y minimizar la suma de los costos considerando demanda constante; el Modelo de cantidad económica de pedido (EOQ) con faltantes planeados, que permite planificar la escasez bajo un costo de ruptura conocido (Hillier & Lieberman, 2001); Taha (2004) el Modelo cantidad económica de pedido (EOQ) con discontinuidades de precio que “puede adquirirse con un descuento si el tamaño del pedido excede un límite dado” (p. 465); el Modelo de cantidad económica de pedido (EOQ), de varios artículos con limitación de almacenamiento (Guerrero Salas, 2009) que optimiza simultáneamente varias referencias bajo restricciones de capacidad. En adición, se analiza el modelo probabilístico de cantidad económica de pedido (EOQ), puntualmente el modelo de revisión continua, que consideran la variabilidad tanto en la demanda como en el tiempo de entrega. Es un estudio de caso aplicado a una empresa para demostrar la utilidad y la implementación de los modelos teóricos en un contexto empresarial.

La población implícita del estudio estuvo conformada por todos los productos de la empresa, que cuentan con más de 30 productos en su inventario. Se empleó un tipo de muestreo intencional

o por conveniencia, seleccionando los productos de mayor relevancia para el estudio. La muestra para la aplicación práctica se limitó a los 5 chocolates más vendidos por la empresa; esta elección se fundamenta a los 5 productos que tienen una demanda anual superior a mil unidades vendidas, mientras que más de la mitad de los otros productos tienen una demanda anual inferior a 100 unidades vendidas. Esto indica que la muestra seleccionada representa a los artículos más destacados desde el punto de vista comercial.

Entre las técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad del estudio, la principal técnica fue la recolección de datos históricos con información suministrada directamente por la empresa (Hernández-Sampieri & Mendoza Torres, 2018). Se obtuvieron de los registros de ventas diarias de los últimos tres años, desglosados por tipo de chocolate y, en un análisis más preciso, por seis temporadas específicas del año. La información proporcionada incluyó las unidades anuales vendidas, demanda diaria promedio, costo de almacenamiento, media y desviación estándar.

En cuanto a la validez y confiabilidad, el estudio se fundamenta en la premisa de que la información recopilada es suficiente y pertinente para cumplir el objetivo del modelado y su implementación, basándose en el supuesto de que la demanda de los productos sigue una distribución normal, que es la premisa utilizada para aplicar el modelo probabilístico (Taha, 2004).

El análisis de datos en este estudio se fundamentó en herramientas matemáticas y estadísticas enfocadas a la optimización de costos y la predicción de la demanda. Se presentó el modelado y formulación matemática de las funciones de costo total y ecuaciones para los distintos modelos de inventario, de acuerdo con lo establecido en la Tabla 1:

Tabla 1
Modelos de inventario, funciones de costo total y ecuaciones

Modelo	Función Costo Total
Modelo EOQ o (Wilson)	$T = \frac{dK}{Q} + dc + \frac{hQ}{2}$
Modelo (EOQ) con faltantes planeados	$T = \frac{dK}{Q} + dc + \frac{hS^2}{2Q} + \frac{p(Q-S)^2}{2Q}$
Modelo (EOQ) con discontinuidades de precio	$T(Q) = \begin{cases} T_1(Q) = dc_1 + \frac{Kd}{Q} + \frac{hQ}{2}; Q \leq M \\ T_2(Q) = dc_1 + \frac{Kd}{Q} + \frac{hQ}{2}; Q > M \end{cases}$
Modelo (EOQ) de varios artículos con limitación de almacenamiento	$T(Q_1, Q_2, \dots, Q_n) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{K_i d_i}{Q_i} + \frac{Q_i h_i}{2} \right)$ sujeto a: $\sum_{i=1}^n a_i Q_i \leq A \quad Q_i > 0; \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$
Modelo probabilístico (EOQ)	$T = \frac{DK}{Q} + h \left(\frac{Q}{2} + R - E\{x\} \right) + \frac{pD}{Q} \int_R^{\infty} (x - R) f(x) dx$

Nota 1. Adaptación de Taha, H. (2004) y Hillier & Lieberman (2001).

Nota 2. d : demanda, Q : la cantidad a ordenar, K : costo de preparación, c : el costo unitario, h : el costo de almacenamiento, p : costo de faltantes, S : nivel de inventario justo después de recibir un lote de Q unidades, $(Q - S)^2$: faltante en inventario justo antes de recibir un lote de Q unidades. M : límite si Q es mayor.

Es necesario plantear que en los modelos de inventarios se contempla resolver sistemas de ecuaciones para determinar de manera simultánea los valores óptimos de cantidad a ordenar y punto de reorden que minimicen el costo total, de acuerdo a lo establecido en la Tabla 2:

Tabla 2
Modelos de inventario, valores óptimos

Modelo	Valores óptimos
Modelo EOQ o (Wilson)	$Q^* = \sqrt{\frac{2dk}{h}}; \quad R^* = dL$
Modelo (EOQ) con faltantes planeados	$Q^* = \sqrt{\frac{2dk}{h}} \sqrt{\frac{p+h}{p}}; \quad R^* = dL, \text{ si } d, L \text{ son constantes}$
Modelo con discontinuidades de precio	$Q_i^* = \sqrt{\frac{2K_i d_i}{h_i - 2\lambda^* a_i}}; i = 1, 2, \dots, n \quad R^* = dL$
Modelo (EOQ) de varios artículos con limitación de almacenamiento	$Q_i^* = \sqrt{\frac{2K_i d_i}{h_i}}; i = 1, 2, \dots, n \quad R^* = dL$
Modelo probabilístico (EOQ)	$Q^* = \sqrt{\frac{2D(K + pS)}{h}}; \quad R^* = \int_R^{\infty} f(x) dx = \frac{hQ^*}{pD}; \quad B \geq \sigma_L K_{\alpha}$

Nota. Adaptación de Taha, H. (2004) y Hillier & Lieberman (2001).

Se aplican algoritmos numéricos, planteados por Hadley y Whitin (1963) para el modelo probabilístico EOQ, que permiten aproximar los resultados mediante procedimientos iterativos. Adicionalmente, se agrega un análisis estadístico para modelar la demanda incierta durante el tiempo de entrega, a partir de los datos. Si la demanda por unidad de tiempo se distribuye normalmente $N(d, \sigma^2)$, la desviación estándar σ_L y la media μ_L de la demanda durante el tiempo de entrega L , se determinan de la siguiente manera:

$$\sigma_L = \sqrt{\sigma^2 L}; \quad \mu_L = dL$$

Es esencial indicar que en la ecuación para σ_L , el valor de L se realiza una aproximación al número entero más próximo. Esto permite dimensionar el stock de seguridad y determinar el punto de reorden.

Resultados

Los modelos de inventarios probabilísticos o estocásticos se caracterizan por estar diseñados para analizar sistemas de inventarios la cual cuentan con gran variabilidad sobre futuras demandas. Es importante recordar que cuando nos referimos a inventarios con demanda independiente, contamos con artículos ya terminados cuya demanda está sujeta a requerimientos del mercado y no a la estructura del producto. Mathur & Solow (1996) los inventarios probabilísticos con demanda independiente se pueden organizar dependiendo de la frecuencia de revisión en: modelos de revisión periódica y de revisión continua.

Considerando un sistema de inventarios de revisión continua, el nivel de existencias se supervisa frecuentemente de modo que, se realiza un nuevo pedido, cuando dicho nivel se encuentra por debajo de una cantidad estipulada, la cual se denomina punto de reorden. Este modelo es aplicable a cualquier empresa que necesite gestionar su inventario y monitorear sus existencias, permitiéndole responder con rapidez ante cambios imprevistos en la demanda.

Los sistemas de inventarios, utilizados para un producto determinado, se fundamentan en dos componentes esenciales: punto de reorden, R y cantidad por ordenar, Q . Se expresa que la política de inventario para los sistemas de revisión continua se fundamenta en colocar una orden de

unidades, siempre que el nivel de inventario de un producto llegue a unidades, esto se conoce como política (R, Q) , Hillier y Lieberman (2001).

El sistema de inventario de revisión continua tradicionalmente se solía gestionar con el método de dos contenedores, uno equivalía al punto de reorden y el otro servía para cubrir la demanda mientras llegaba el nuevo pedido. Cuando se vaciaba el segundo contenedor, se generaba la señal de reabastecimiento. Actualmente, este método fue reemplazado por sistemas computarizados de inventario, que registran electrónicamente cada entrada y salida. Esto ha permitido aplicar políticas de revisión continua de manera más precisa y formal, sobre todo en productos clave para la empresa.

La implementación del modelo probabilístico con demanda independiente en la empresa Chocolaterías Milkaelos se llevó a cabo identificando un problema recurrente en su gestión de existencias. Chocolaterías Milkaelos es una empresa, perteneciente al sector turístico donde ofrecen al cliente una mezcla de calidad y sofisticación en cada uno de sus chocolates. Este negocio está confrontando algunas dificultades debido al mal funcionamiento de su inventario, por lo que desean encontrar un modelo de manejo de sus pedidos, que satisfaga sus necesidades. En Milkaelos se presentan las siguientes dificultades: la persona responsable de los pedidos carece de lineamientos y de herramientas adecuadas para gestionar el inventario, por lo que realiza las órdenes de reposición únicamente basándose en su criterio personal. Esto incurre en pérdidas significativas, ya que en ocasiones se acumula un exceso de productos y, además, se generan faltantes, especialmente cuando los turistas solicitan artículos que no se encuentran disponibles en el inventario.

Ante estas inquietudes, se busca encontrar recursos analíticos que ayuden a disminuirlas o bien resolverlas totalmente. Se ofrecerá una solución a los requerimientos de la empresa, para lo que se diseñará un modelo mediante el cual se logre hacer eficiente el manejo de su inventario, para:

- Determinar la cantidad óptima para cada artículo en el inventario.
- Establecer los puntos de reorden para el reabastecimiento del inventario.
- Dar solución a los mismos puntos anteriores, pero considerando una división del año, realizada por la empresa, en seis temporadas que considera altas y bajas, en las que se presentan algunas variaciones particulares en la demanda.

Para abordar este problema se adoptó el enfoque de revisión continua bajo el modelo probabilístico de inventarios con demanda independiente. El primer paso consiste en la determinación de la cantidad óptima de pedido Q para cada tipo de chocolate. Para ello, se aplica el modelo (EOQ) o de Harris, ya que este modelo resulta adecuado porque se han utilizado los promedios de la demanda diaria de cada producto, la cual permite asumir una demanda constante; además, establece que el tamaño de cada pedido debe mantenerse fijo y que no se admiten faltantes. Se procede a emplear el modelo probabilístico básico (EOQ). Cabe señalar que ambos modelos empleados para la solución de cada chocolate se basan en la premisa de no permitir faltantes. Esta restricción es coherente con la naturaleza del negocio turístico, en el cual, si un cliente solicita un producto durante su visita y este no está disponible, la oportunidad de venta se pierde de forma definitiva.

Por esta razón, es apropiado aplicar el modelo probabilístico (EOQ) básico, el cual permite calcular el nivel de reserva necesario cada vez que se genere una nueva orden de reposición. Supongamos que el costo de preparación para los cinco tipos de chocolates es de \$.827, que el tiempo de entrega es de cuatro días con un nivel de confiabilidad es $\alpha = 0.05$. Un aspecto clave dentro de los supuestos es que la demanda durante el periodo de entrega L , es modelada como una variable aleatoria con distribución normal (μ_L, σ_L) .

La empresa facilitó los registros históricos de ventas diarias por tipo de chocolate, correspondientes a la demanda anual de los últimos tres años. Aunque la empresa cuenta con más de treinta chocolates en su inventario, el análisis se centrará en los cinco chocolates más demandados, dado que más de la mitad de los artículos presentan una demanda anual inferior a cien unidades. Los cinco chocolates elegidos superan las mil unidades vendidas por año, siendo analizados en orden descendente, se inicia con el producto más demandado, seguido del segundo en ventas y así sucesivamente. La empresa señaló que el costo de almacenamiento guarda una

relación directa con el costo unitario de cada producto, ya que conservar una unidad implica tener capital inmovilizado que no puede destinarse a otros usos, como se aprecia en la tabla 3:

Tabla 3

Datos históricos analizados y proporcionados por la empresa

Producto	Unidades anuales vendidas	d Demanda diaria promedio	h Costo de almacenamiento	μ Media	σ^2 Desviación estándar
Chocolate con Leche	9573	25	5.28	24.78	14.37
Chocolate con Caramelo	3145	8	3.3	8.24	7.12
Chocolate con Almendra	2764	7	5.02	7.24	6.69
Chocolate con Avellana	2127	6	4.3	6.15	4.93
Chocolate con Fresa	1596	4	6.75	4.2	4.29

Después de establecer el procedimiento general del modelo y los supuestos, se procede a aplicar los cálculos de manera particular para cada uno de los productos de la empresa. Primero, se desarrolla el caso del chocolate con leche, utilizando sus datos históricos de demanda y aplicando paso a paso el modelo de inventarios probabilísticos con demanda independiente.

Se determina cuánto pedir (Q^*) cada vez que el nivel de inventario se encuentre por debajo de cierto nivel. Para empezar, se debe identificar los parámetros del modelo:

$$d = 25 ;$$

$$K = \$827$$

El costo de almacenamiento y el costo unitario es de \$5.28 . El tiempo de entrega $L = 4$. De acuerdo con el método de solución expuesto, se calcula Q^*

$$Q^* = \sqrt{\frac{2dk}{h}} = \sqrt{\frac{2(25)(827)}{(5.28)}} = \sqrt{\frac{41350}{5.28}} = \sqrt{7831.4} = 88.49$$

Como la información proporcionada por la empresa sigue una distribución normal detallada en la Tabla 3, con parámetros $\mu = 24.78$ y $\sigma^2 = 14.37$, el siguiente paso consiste en calcular μ_L y σ_L :

$$\mu_L = dL = 25(4) = 100$$

$$\sigma_L = \sqrt{\sigma^2 L} = \sqrt{14.37(4)} = 7.58$$

Utilizando las tablas de distribución normal y trabajando con $\alpha = 0.05$ se tiene que $K_{0.05} = 1.645$. Calculamos el tamaño de la reserva (B) de la siguiente manera: $B \geq \sigma_L K_\alpha = 7.58(1.645) \approx 12$

Por lo tanto, la política de inventario propuesta para el primer tipo de chocolate es la de pedir 88 unidades siempre que el nivel de inventario baje a 112 unidades.

Los resultados del procedimiento de solución para los otros cuatro tipos de chocolate se muestran en la tabla 4:

Tabla 4

Resultados de la aplicación del modelo a la Chocolatería Milkaelos.

Producto	Q^* Cantidad óptima	μ_L Media durante el tiempo de entrega	σ_L Desviación estándar durante el tiempo de entrega	B Tamaño de reserva	R Punto de reorden
Chocolate con Leche	88	100	7.58	12	112
Chocolate con Caramelo	63	32	5.34	9	41

Chocolate con Almendra	48	28	5.17	9	37
Chocolate con Avellana	48	24	4.44	7	33
Chocolate con Fresa	31	16	4.14	7	23

Solución óptima para la primera temporada. La primera temporada es considerada baja debido a la falta de turistas. Con los datos de la primera temporada, vemos el comportamiento de la demanda (d), la media estimada (μ) y la varianza (σ^2) para cada tipo de chocolate. Los resultados muestran que el chocolate con leche concentra la mayor demanda promedio de 24 unidades, con una media muy cercana a 24.26 y una desviación estándar de 11.49, lo que muestra que, aunque se mantiene como el producto más solicitado, presenta una variabilidad relativamente alta en su consumo. Los chocolates con caramelo y almendra se posicionan en un nivel medio, con demandas promedio de 7 y 6 unidades respectivamente, y varianzas moderadas que reflejan cierta estabilidad. Los chocolates con avellana y fresa registran demandas muy bajas entre 5 y 4 unidades respectivamente, con desviaciones estándar reducidas, lo cual evidencia un comportamiento más uniforme, aunque con escasa participación en el total de ventas.

Para los resultados de la solución óptima para la primera temporada, considerando la cantidad óptima (Q^*), demanda promedio en el periodo de reposición (μ_L), desviación estándar en dicho periodo (σ_L), la reserva (B) y punto de reorden (R), los datos muestran que el chocolate con leche requiere ($Q^* = 87$ unidades) y ($R = 107$ unidades), lo que refleja su alta demanda y la necesidad de mantener un control más estricto para evitar desabastecimientos. Por otro lado, el chocolate con caramelo ocupa $Q^* = 59$ unidades y un punto de reorden de 36 unidades, mientras que los chocolates con almendra y avellana presentan valores medios con $Q^* = 44$ unidades y $R = 31$ y 26 respectivamente. Finalmente, el chocolate con fresa registra los valores más bajos, con $Q^* = 31$ unidades y un punto de reorden de 21 unidades.

Solución óptima para la segunda temporada. Esta etapa corresponde a la temporada alta, siendo además la de mayor demanda en todo el año. Esto se evidencia en los datos proporcionados por la empresa y los resultados óptimos para la segunda temporada, como se observa en las figuras 1 y 2:

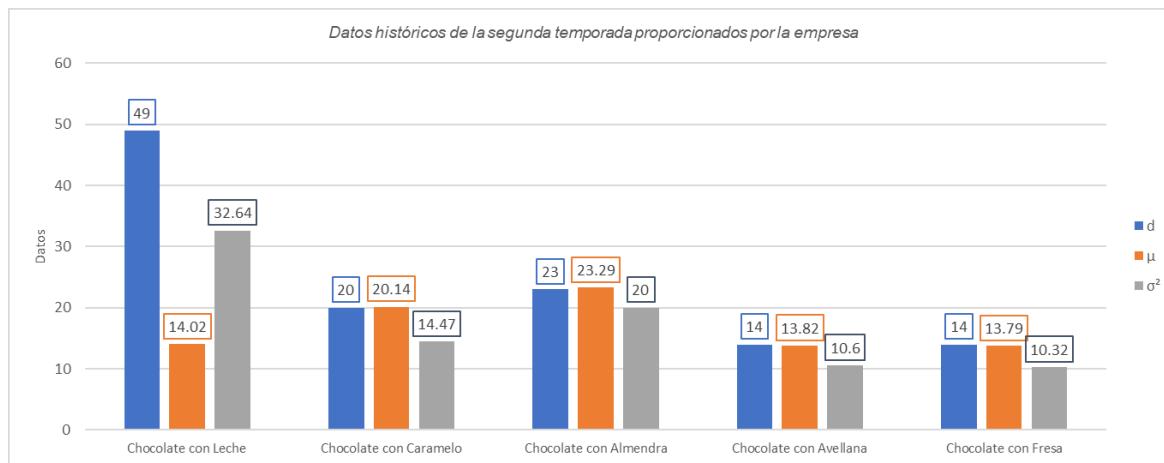


Figura 1

Datos históricos de la segunda temporada proporcionados por la empresa

El chocolate con leche mantiene la mayor demanda (49 unidades), con una media de $\mu = 14.02$ y la varianza más alta ($\sigma^2 = 32.64$), lo que refleja la elevada variabilidad en la demanda. Para los chocolates con caramelo $d = 20$ unidades y almendra ($d = 23$ unidades), con medias muy próximas entre $\mu = 20.14$ y $\mu = 23.29$ y desviaciones estándar de $\sigma^2 = 14.47$ y $\sigma^2 = 20$ respectivamente, lo que indica un comportamiento relativamente estable, aunque con cierta

dispersión. Por último, los chocolates con avellana y fresa registran las menores demandas ambas de 14 unidades y las varianzas más reducidas, lo que evidencia un consumo más regular, aunque con menor incidencia en el total de ventas.

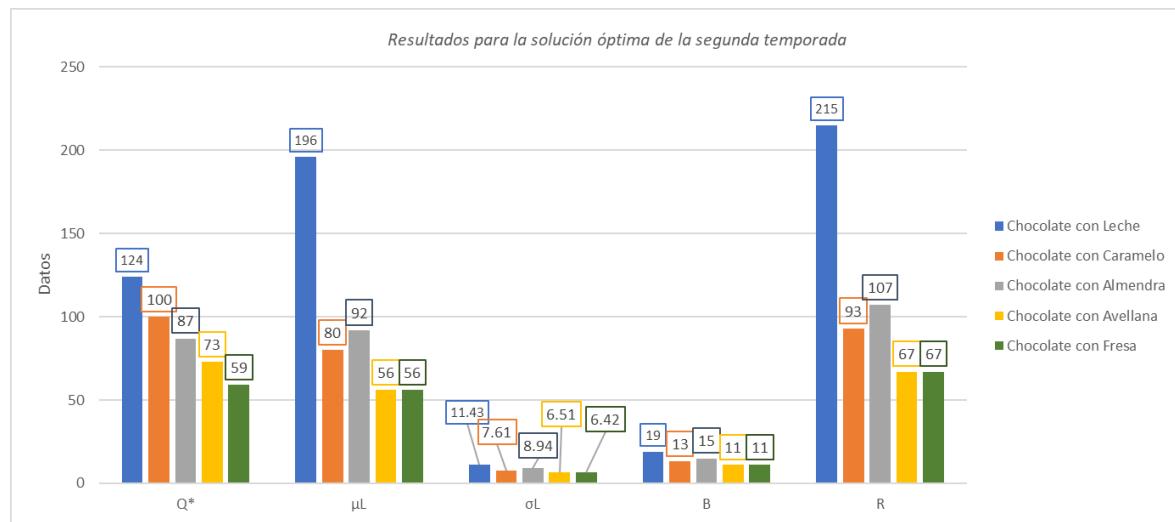


Figura 2

Resultados para la solución óptima de la segunda temporada

Los resultados muestran que el chocolate con leche mantiene el mayor volumen en todos los parámetros: $Q^* = 124$ unidades, $\mu_L = 196$, $B = 19$ y $R = 215$ unidades, lo que refleja su alta rotación y la necesidad de una gestión más estricta para evitar faltantes. El chocolate con almendra y el chocolate con caramelo presentan $Q^* = 87$ y 100 unidades respectivamente, medias de 92 y 80, y $R = 107$ y 93 respectivamente, lo que los posiciona como productos estratégicos en la temporada. Por otro lado, los chocolates con avellana y fresa presentan menores volúmenes de pedido ($Q^* = 73$ y 59 unidades) y puntos de reorden de 67 en ambos chocolates, lo que denota una participación más limitada en el total de la demanda, aunque con un comportamiento estable reflejado en sus desviaciones estándar relativamente bajas.

Solución óptima para las siguientes temporadas. En el estudio se consideran un total de seis temporadas. Con los datos y resultados proporcionados por la empresa, análogamente, se llega a la conclusión de que la tercera temporada se considerada igual que la primera temporada, como baja. La cuarta temporada se considera alta y la más larga para la empresa. La quinta temporada es también considerada como baja y la sexta se considera una temporada alta. En este contexto, resulta conveniente examinar el comportamiento de la demanda promedio y la cantidad óptima de pedido de cada tipo de chocolate en las diferentes temporadas, este análisis no solo complementa la información histórica presentada, sino que permite visualizar cómo las fluctuaciones entre temporadas altas y bajas influyen en las decisiones de aprovisionamiento, como se muestra en las figuras 3 y 4:

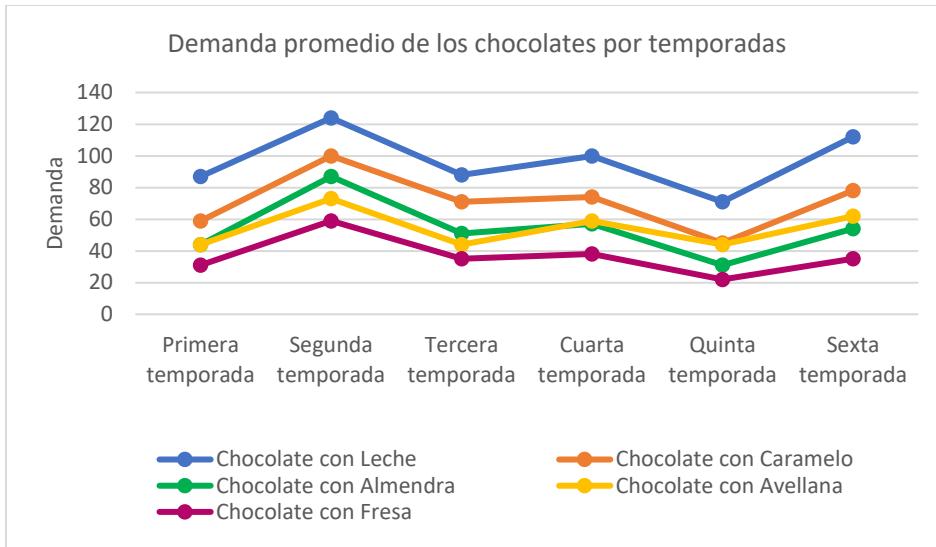


Figura 3
Demanda promedio de los chocolates por temporadas

Los resultados evidencian que la demanda de los chocolates muestra un comportamiento estacional, con variaciones puntuales entre temporadas. El chocolate con leche se posiciona como el producto de mayor consumo, alcanzando su punto más alto en la segunda temporada y manteniendo valores altos en la sexta temporada. El chocolate con caramelo mostró una demanda media-alta, en contraste, los chocolates con almendra y avellana presentaron un comportamiento similar. Sin embargo, el chocolate con fresa se mantuvo como el de menor consumo en todas las temporadas, siendo predecible en la planificación del inventario.

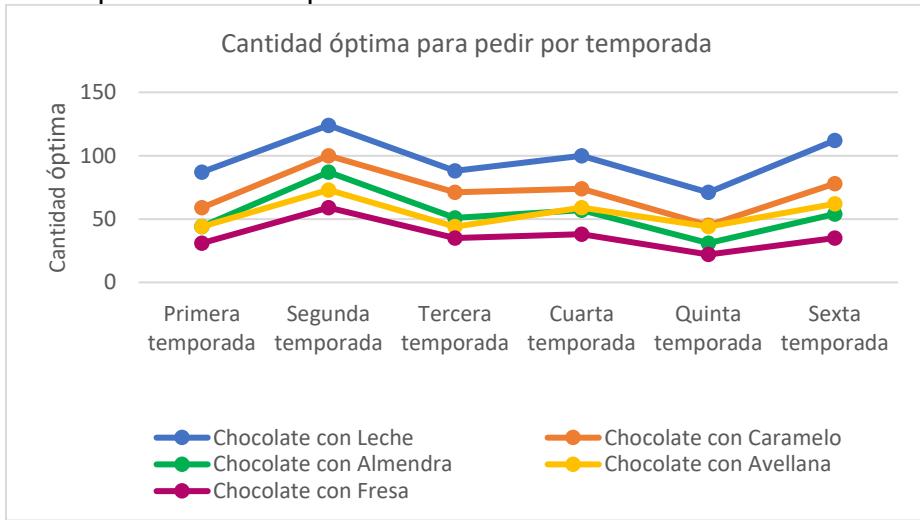


Figura 4
Cantidad óptima para pedir por temporada

La cantidad óptima para pedir de los chocolates varía según la temporada, siguiendo un patrón marcado por la estacionalidad de la demanda. El chocolate con leche se posiciona como el producto que requiere mayor nivel de reposición, siendo necesario mantener inventarios elevados para evitar faltantes, especialmente en la segunda y sexta temporada, donde alcanza sus máximos. La segunda temporada se establece como el punto crítico de mayor exigencia de inventarios, mientras que la quinta representa el período de menor necesidad de reposición. Estos resultados permiten concluir que la política de pedidos debe ajustarse a la estacionalidad, garantizando equilibrio y disponibilidad.

Aplicando el modelo probabilístico con demanda independiente y revisión continua permite calcular con mayor precisión las cantidades de pedido y los puntos de reorden. Esto optimiza la administración del inventario, asegura la existencia de productos, reduce costos por exceso y apoya el análisis y selección de alternativas. En una empresa comercializadora, el modelo se convierte en una herramienta que equilibra la demanda con la eficiencia operativa, fortaleciendo su competitividad en el mercado.

Conclusiones

El presente estudio realizado, confirmó que la aplicación del modelo probabilístico de inventarios con demanda independiente y revisión continua permitió cumplir el objetivo de optimizar la cantidad de pedido y los puntos de reorden en la empresa analizada. Se respondió a la pregunta de investigación al comprobar que este modelo, frente a la incertidumbre y la estacionalidad de la demanda, ofrece resultados más precisos y confiables que los modelos determinísticos tradicionales. Se observó que el modelo (EOQ) y sus variantes se ajustan a diferentes estructuras y necesidades, siempre bajo el criterio de minimización de costos, el cual resulta decisivo para el futuro económico de las organizaciones.

Los hallazgos muestran que la inclusión de parámetros estadísticos como la media y la desviación estándar, junto con la división por temporadas, mejoran la predicción de la demanda, disminuye los costos de almacenamiento y reduce los riesgos de faltas de existencias. De igual manera, este estudio permitió formalizar los principales conceptos relacionados con la teoría de inventarios, constituyendo una herramienta de gran utilidad que integra aspectos técnicos y matemáticos necesarios en la planificación y clasificación de existencias. En el caso aplicado a la chocolatera Milkaelos, con demanda independiente, se evidenció la pertinencia del modelo, aunque su alcance se extiende también a empresas distribuidoras.

Se reconoce que esta implementación exige mayor disciplina en la recopilación de datos, pero los beneficios en eficiencia y calidad del servicio al cliente justifican su uso en empresas con necesidades de abastecimiento oportuno. Así mismo, se ha demostrado la efectividad de la teoría de inventarios en la gestión empresarial moderna, porque garantiza eficiencia, sostenibilidad y competitividad en entornos donde debe reducirse el nivel de incertidumbre.

Referencias

- Bustos, C. E. & Chacón, G. B. (2007). El MRP en la gestión de inventarios. *Visión Gerencial*, (1), 5-17. https://www.researchgate.net/publication/228889178_El_MRP_En_la_gestion_de_inventarios
- Chase, R., Jacobs, F. & Aquilano, N. (2009). *Administración de las operaciones producción y cadena de suministros*. McGraw-Hill.
- Durán, Y. (2012). Administración del inventario: elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas. *Visión Gerencial*, (1), 55-78. <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/visiongerencial/article/view/5434/5227#>
- Flores, I. R. (2017). *Principios de macroeconomía: un enfoque de sentido común*. Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú
- Guerrero Salas, H. (2009). *Control de inventario*. Ecoe Ediciones.
- Hadley, G. y Whitin, T. (1963). *Analysis of Inventory Systems*. Prentice Hall, Inc.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2001). *Introducción a la investigación de operaciones*. McGraw-Hill.
- López Montes, J. (2014). *Gestión de inventarios*. (5.^a ed.). Editorial Elearning, S.L.
- Madariaga, C. J., Lao León, Y. O., Curra Sosa, D. A. & Lorenzo Martín, R. (2020). Metodología para pronosticar demanda y clasificar inventarios en empresas comercializadoras de productos mayoristas. *Retos de la Dirección*, 14(2), 354-373. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-91552020000200354&lng=es&tlng=pt
- Mathur, K., & Solow, D. (1996). *Investigación de operaciones: el arte en la toma de decisiones*. Prentice-Hall.
- Oliver, S. P. (2011). *Metodología de la investigación social*. Librería-Editorial Dykinson.

- Pulido-Rojano, A., Pizarro-Rada, A., Padilla-Polanco, M., Sánchez-Jiménez, M., & De-La-Rosa, L. (2020). An optimization approach for inventory costs in probabilistic inventory models: A case study. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 28(3), 383-395. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052020000300383>
- Ríos, F., Martínez, A., Palomo, T., Cáceres, S., & Díaz, M. (2008). Inventarios probabilísticos con demanda independiente de revisión continua, modelos con nuevos pedidos. *Ciencia Ergo Sum*, 15-3, 251–258. https://www.researchgate.net/publication/26618261_Inventarios_probabilisticos_con_demanda_independiente_de_revision_continua_modelos_con_nuevos_pedidos
- Robbins, S. P., & DeCenzo, D. A. (2009). *Fundamentos de administración: conceptos esenciales y aplicaciones*. Pearson Educación.
- Ruiz, B. L., Machuca, M. M., & Colomer, J. V. (2008). *Los pilares del marketing*. Edicions UPC.
- Solís, A. C. (2011). *Logística de la A a la Z*. Editorial Pontificia Universidad Católica Del Perú.
- Taha, H. A. (2004). *Investigación de operaciones* (7.^a ed.). Pearson Educación.
- Vidal Holguín, C. J. (2010). *Fundamentos de control y gestión de inventarios*. Universidad del Valle, Programa Editorial.