

ESTRATEGIAS DE OPTIMIZACIÓN DE INVENTARIOS BASADAS EN OPERACIONES Y LOGÍSTICA PARA EL SECTOR MINORISTA: APLICACIÓN EN TIENDAS DE BARRIO PANAMEÑAS

Inventory Optimization Strategies Based on Operations and Logistics for the Retail Sector: Application in Panamanian Neighborhood Stores

Juan Asterio Castillo Salamín

Universidad de Panamá, Facultad de Administración de Empresas y Contabilidad,
Departamento de Desarrollo de la Empresa, Panamá.

juan.castillo-s@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-9254-1028>

Recibido: 22-03-2024, Aceptado: 15-05-2024

DOI <https://doi.org/10.48204/j.saberes.v7n2.a5506>

RESUMEN

Este estudio propone un modelo de gestión de inventarios adaptativo y diferenciado para mejorar la eficiencia operativa y rentabilidad de las tiendas de barrio en Panamá, considerando sus restricciones y complejidades específicas. Mediante un enfoque metodológico mixto, que combina estrategias cualitativas (revisión de literatura, entrevistas, grupos focales y observaciones) y cuantitativas (datos históricos de ventas e inventario, técnicas estadísticas y el modelo EOQ), se desarrolló un modelo basado en la Cantidad Económica de Pedido (EOQ).

Los resultados destacan una reducción del 71.4% en el error de pronóstico de demanda, implicando una disminución sustancial de ventas perdidas por desabastecimiento. El estudio resalta la importancia de considerar la variabilidad en los costos de mantenimiento de inventario entre productos, vinculada a diversos requisitos de almacenamiento y conservación, como un factor crítico para adaptar el modelo EOQ a las tiendas de barrio.

El estudio contribuye a la literatura al abordar una brecha crítica, demostrando el potencial de utilizar sistemas de gestión de inventario adaptados, basados en EOQ, para mejorar la rentabilidad y competitividad de las tiendas de barrio. Aunque tiene limitaciones, como basarse en datos de una sola tienda, sus implicaciones prácticas son significativas.

Se recomienda la adopción del modelo propuesto, brindando capacitación y herramientas tecnológicas accesibles para su implementación efectiva. Se sugieren futuras investigaciones para abordar las limitaciones del estudio y explorar la integración con tecnologías emergentes.

Palabras Clave: Optimización de inventarios, Modelo de Cantidad Económica de Pedido (EOQ), Tiendas de barrio, Análisis de demanda y pronóstico, Economías emergentes.

ABSTRACT

This study proposes an adaptive and differentiated inventory management model to improve operational efficiency and profitability of neighborhood stores in Panama, considering their specific constraints and complexities. Through a mixed methodological approach, combining qualitative strategies (literature review, interviews, focus groups, and observations) and quantitative strategies (historical sales and inventory data, statistical techniques, and the EOQ model), a model based on the Economic Order Quantity (EOQ) was developed.

The results highlight a 71.4% reduction in demand forecasting error, implying a substantial decrease in sales lost due to stockouts. The study emphasizes the importance of considering the variability in inventory maintenance costs among products, linked to diverse storage and preservation requirements, as a critical factor in adapting the EOQ model to neighborhood stores.

The study contributes to the literature by addressing a critical gap, demonstrating the potential of using adapted inventory management systems based on EOQ to improve the profitability and competitiveness of neighborhood stores. Although it has limitations, such as being based on data from a single store, its practical implications are significant.

The adoption of the proposed model is recommended, providing training and accessible technological tools for its effective implementation. Future research is suggested to address the study's limitations and explore integration with emerging technologies.

Keywords: Inventory optimization, Economic Order Quantity (EOQ) model, Neighborhood stores, Demand analysis and forecasting, Emerging economies.

INTRODUCCIÓN

Las tiendas de barrio desempeñan un papel crucial en la economía latinoamericana, proporcionando acceso a productos esenciales para las comunidades locales. Sin embargo, estos pequeños establecimientos familiares enfrentan desafíos en la gestión de sus inventarios debido a limitaciones logísticas, financieras y tecnológicas. Estudios previos han abordado la gestión de inventarios en pequeños negocios minoristas, destacando la importancia de adoptar prácticas y modelos adecuados a sus características particulares, como el modelo de Cantidad Económica de Pedido (EOQ) (Vrat, 2014; Gallardo, 2019). No obstante, existe una brecha en la investigación sobre la aplicabilidad y adaptabilidad de estos modelos en el contexto específico de las tiendas de barrio latinoamericanas.

Este estudio se propone abordar esta brecha mediante el desarrollo de un modelo de gestión de inventarios adaptativo y diferenciado, basado en el EOQ, que considera las restricciones y complejidades únicas de las tiendas de barrio panameñas. El objetivo principal es mejorar la eficiencia operativa y la rentabilidad de estos establecimientos, modernizando sus prácticas de gestión de inventarios. Para lograrlo, se emplea una metodología mixta que combina estrategias cualitativas, como entrevistas y observaciones, con técnicas cuantitativas, como el análisis de datos históricos y la aplicación de modelos matemáticos.

Los hallazgos de este estudio tienen el potencial de contribuir significativamente al campo de la gestión de inventarios en el sector minorista, proporcionando un marco adaptado a las necesidades específicas de las tiendas de barrio. Además, los resultados pueden tener implicaciones prácticas relevantes para los propietarios de estos establecimientos, brindándoles herramientas y conocimientos para optimizar sus operaciones y mejorar su competitividad en el mercado. A lo largo de este artículo, se

presentará el desarrollo del modelo propuesto, los resultados obtenidos y las conclusiones y recomendaciones derivadas de la intervención.

MATERIALES Y MÉTODOS

Gestión de Inventarios.

La gestión de inventarios es un campo amplio y complejo que abarca una variedad de contextos y desafíos específicos, especialmente cuando se trata de tiendas de barrio. Estos establecimientos enfrentan limitaciones particulares en términos de espacio, recursos financieros y acceso a tecnologías avanzadas, lo que requiere enfoques especializados en la administración de sus inventarios. A pesar de que la literatura sobre gestión de inventarios en estos contextos es menos extensa, existen investigaciones y estudios que ofrecen conocimientos valiosos para abordar estas dificultades.

Render et al. (2016) destacan la importancia fundamental del inventario, considerándolo un activo esencial para satisfacer las necesidades presentes y futuras, subrayando la importancia de una administración adecuada para garantizar la disponibilidad de productos y el desarrollo fluido de las operaciones. Este enfoque en la administración eficaz del inventario es crucial para las tiendas de barrio, que operan con márgenes más estrechos y tienen menos capacidad para absorber ineficiencias.

Girón Guerrero et al. (2018) abordan la problemática de encontrar un equilibrio óptimo entre la cantidad de pedido y la frecuencia de estos, un desafío que se intensifica en las tiendas de barrio debido a sus limitaciones. Ordenar demasiado o muy poco puede tener consecuencias significativas, ya sea en costos de almacenamiento elevados o en el riesgo de interrumpir la continuidad del negocio.

La tecnología juega un papel fundamental en la optimización de la gestión de inventarios, como lo señalan varios autores. Rodríguez (2023) menciona cómo el suministro de datos

exactos y recientes favorece la gestión de inventarios cíclicos, facilitando la toma de decisiones. Huamani & Zhichen (2022) destacan la capacidad de prever faltantes de inventario y prevenir pérdidas financieras mediante análisis predictivos. De Felipe (2023) enfatiza la utilidad de estas tecnologías para administrar inventarios sujetos a estacionalidad o demandas fluctuantes, permitiendo una predicción más precisa de la demanda.

Manrique et al. (2019) abordan un aspecto complementario, señalando cómo las tecnologías no solo previenen la escasez de inventario sino que también mejoran la coordinación con los proveedores y la capacidad de prever problemas, un elemento crucial en la gestión eficiente de inventarios para tiendas de barrio.

Sin embargo, Kin (2020) y García (2018) recuerdan los retos persistentes que enfrentan estas tiendas, como la escasez de espacio, infraestructuras inadecuadas y una planificación insuficiente del suministro, lo que puede resultar en faltantes de inventario, pérdidas de productos y gastos de mantenimiento innecesarios que impactan negativamente las ganancias.

Pronóstico de la Demanda.

La gestión eficiente de inventarios y el pronóstico de demanda son fundamentales para la optimización de operaciones en las tiendas de barrio, donde las limitaciones de recursos y la necesidad de minimizar costos son especialmente críticas. En este marco teórico, se profundiza en la intersección entre la gestión de inventarios y el pronóstico de demanda, resaltando cómo una comprensión precisa de la demanda futura es esencial para aplicar modelos de inventario efectivos como el EOQ (Economic Order Quantity).

En este sentido, Torres (2023) subraya la importancia de emplear técnicas avanzadas de pronóstico, como promedios móviles, regresión lineal y redes neuronales, para realizar predicciones precisas de la demanda. Estas técnicas permiten identificar

patrones, como tendencias y estacionalidades, y detectar valores atípicos, lo que es crucial para planificar las necesidades de inventario de manera más certera.

Pérez-Vergara et al. (2013) hacen hincapié en la importancia de identificar y minimizar el error en las predicciones de demanda. Ellos argumentan que una menor discrepancia entre la demanda proyectada y la real conduce a estimaciones más exactas de las necesidades futuras, lo cual es fundamental para la toma de decisiones estratégicas en la gestión de inventarios. Este enfoque en la precisión de la predicción es vital para las tiendas de barrio, donde los márgenes de error reducidos son esenciales para el éxito financiero.

El análisis de Pérez-Vergara et al. (2013) también destaca que predecir la demanda es una herramienta esencial para la toma de decisiones en las organizaciones. Esta anticipación del valor de variables críticas permite a los pequeños negocios planificar adecuadamente sus compras y gestionar sus inventarios de manera que se alineen con las expectativas de demanda futura.

Sin embargo, Jiraruttrakul et al. (2017) señalan una limitación importante del modelo EOQ, específicamente su inadecuación para manejar la demanda estacional. Esta restricción es particularmente relevante para las tiendas de barrio, que pueden experimentar fluctuaciones significativas en la demanda debido a la estacionalidad. Este desafío subraya la necesidad de adaptar o complementar el modelo EOQ con estrategias que puedan manejar mejor la variabilidad estacional en la demanda.

Modelos Cuantitativos de Inventario.

El modelo EOQ (Economic Order Quantity) se establece como un componente crucial en la teoría y práctica de la gestión de inventarios, proveyendo un enfoque sistemático para minimizar los costos totales ligados tanto al proceso de pedido como al mantenimiento de inventario. Los siguientes autores han contribuido al entendimiento y aplicación del modelo EOQ, particularmente en el ámbito de pequeñas empresas y comercios minoristas.

Iniciando con Vrat (2014) destaca que, dentro de los modelos de inventario aplicables a comerciantes minoristas, la Cantidad Económica de Pedido (EOQ) sobresale por establecer el volumen óptimo de lote que minimiza los costos asociados con la realización de pedidos y el mantenimiento de inventarios. Este punto de partida es crucial para entender cómo el modelo EOQ facilita la gestión eficiente del inventario en pequeñas empresas.

Avanzando en esta dirección, Dumas y colaboradores (2013) reconocen la capacidad del modelo EOQ para optimizar la eficiencia en los procesos logísticos. No obstante, señalan la necesidad de realizar ajustes ante demandas fluctuantes o restricciones propias de pequeñas empresas. Dicho ajuste resulta crucial para preservar la relevancia y eficacia del EOQ en distintos contextos operativos. Desde esta perspectiva, Garrido Bayas et al. (2017), señalan que los costos de mantenimiento de inventario (H) como un componente importante del modelo EOQ, y mencionan que estos costos pueden variar dependiendo de factores como el valor del artículo y el costo de oportunidad del dinero invertido en inventario.

Gallardo (2019) profundiza en la meta principal del modelo EOQ, la cual es asegurar suficiente inventario para satisfacer la demanda de los clientes mientras se

minimizan los costos asociados con el almacenaje y la conservación de los productos disponibles. Este objetivo resalta la importancia de equilibrar la disponibilidad del producto con la eficiencia en costos.

Por otro lado, Jiraruttrakul et al. (2017) subrayan la eficacia del EOQ en conseguir economías en los costos, disminuir los gastos de mantenimiento de inventario, gestionar el inventario de manera más eficaz, y determinar las cantidades óptimas de pedido y los momentos adecuados para reordenar. Esta descripción comprensiva demuestra la multifacética contribución del EOQ a la gestión de inventarios.

Finalmente, Vania & Yolina (2021) y Jiraruttrakul et al. (2017) presentan estudios de caso que ilustran tanto la utilidad práctica del modelo EOQ en la reducción de costos para pequeños comercios, como las limitaciones y necesidades de ajuste en su aplicación. Jiraruttrakul y sus colegas demostraron en su estudio que, al utilizar las cantidades óptimas determinadas por el EOQ, es posible reducir los costos totales de inventario (incluidos mantenimientos, realización de pedidos, faltantes, entre otros) en un 50%.

Este marco teórico, que integra las perspectivas y hallazgos de varios autores, resalta la relevancia continua y la adaptabilidad del modelo EOQ en la gestión de inventarios, especialmente en el contexto de las tiendas de barrio. Aunque el modelo requiere ajustes para acomodar la variabilidad en la demanda y las especificidades de cada negocio, su enfoque en minimizar costos y optimizar la eficiencia del inventario lo mantiene como un enfoque válido y valioso en la gestión de operaciones.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en este estudio se caracterizó por un enfoque mixto, integrando estrategias cualitativas y cuantitativas para obtener una comprensión integral del tema investigado. La intervención comenzó con una revisión exhaustiva de la literatura relevante, accediendo a bases de datos académicas y recursos especializados. Este proceso permitió identificar metodologías y teorías previamente aplicadas, así como detectar brechas de conocimiento, sentando las bases para una intervención enfocada y significativa.

En la tienda de barrio seleccionada, elegida por su relevancia en términos de tamaño, ubicación y variedad de productos, se efectuó un diagnóstico cualitativo completo. El proceso inició con entrevistas organizadas en dos etapas: primero, se llevaron a cabo entrevistas en profundidad y, posteriormente, entrevistas estructuradas dirigidas tanto al propietario como a los empleados (véase el Apéndice). Esta estrategia permitió lograr una comprensión amplia y detallada de la situación actual. Además, se organizaron grupos focales con clientes regulares y se efectuaron observaciones directas por parte del investigador, lo que proporcionó valiosas perspectivas adicionales sobre la gestión de inventarios.

El propósito del enfoque cualitativo fue obtener una comprensión profunda de las percepciones, experiencias y expectativas de todos los actores involucrados con relación a la gestión de inventarios. Los datos cualitativos recopilados a través de entrevistas, grupos focales y observaciones directas fueron analizados exhaustivamente, proporcionando una base sólida para el desarrollo de la propuesta de mejora y la identificación de áreas clave para la intervención.

Pasando al procedimiento metodológico cuantitativo, se utilizaron datos históricos de ventas y niveles de inventario, junto con técnicas estadísticas, para desarrollar un modelo que complementara y profundizara los hallazgos cualitativos. Este enfoque permitió cuantificar las percepciones y experiencias identificadas, transformándolas en datos analizables para evaluar objetivamente el impacto de las propuestas de mejora.

El objetivo del análisis cuantitativo fue formular un modelo que optimizara la precisión de los pronósticos de ventas y mejorara la gestión del inventario, utilizando datos históricos, técnicas estadísticas y el modelo EOQ. Para lograrlo, se recopilaron registros de ventas e inventario de los últimos tres años, se prepararon y exploraron los datos, y se aplicaron técnicas como series temporales, regresión lineal y ajuste estacional. Luego, se desarrolló un algoritmo de predicción basado en el análisis realizado, se validaron y ajustaron los modelos, y se implementó el cálculo del modelo EOQ.

Los resultados esperados incluyeron sugerencias para perfeccionar los pronósticos de ventas y optimizar la gestión del inventario, la implementación del modelo EOQ, y modificaciones y mejoras al modelo propuesto. Finalmente, se documentaron los resultados, discusiones, conclusiones y recomendaciones en una propuesta teórica para aplicaciones futuras.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los hallazgos del estudio, comenzando con el diagnóstico de la situación actual en la tienda de barrio seleccionada.

Diagnóstico.

El tendero utiliza un método intuitivo y básico para prever ventas futuras, registrando las ventas diarias de forma manual y calculando el promedio semanal

a partir de los datos mensuales acumulados. Este enfoque práctico, aunque simple, sienta las bases para la gestión de inventario y pedidos, pero también sugiere una oportunidad para mejorar la precisión de los pronósticos y optimizar la gestión de la tienda.

Datos Históricos.

La Tabla 1 presenta los datos históricos consolidados de la demanda de cada producto, los cuales proporcionan el contexto para comprender el desarrollo y la evolución del tema en cuestión.

Tabla 1.

Consolidación de la demanda promedio mensual por productos durante 2020 a 2022.

Mes	Agua	Soda	Snack	Cerveza	Jugo	Licor	Jabón	Cigarro
Ene.	160	82	220	390	110	290	70	443
Feb.	150	77	200	353	100	257	62	410
Mar.	170	87	230	417	120	313	75	490
Abr.	130	65	170	310	90	233	55	373
May.	140	70	180	327	95	250	60	400
Jun.	130	65	170	310	90	233	55	373
Jul.	150	75	197	353	100	257	62	410
Ago.	160	80	213	387	110	290	70	443
Sep.	150	75	197	353	100	257	62	410
Oct.	130	65	170	310	90	233	55	373
Nov.	110	55	150	270	80	207	50	333
Dic.	300	150	380	693	220	500	120	800

Nota. Datos suministrados por la tienda donde se realizó la intervención. Se realizaron cálculos adicionales para la conciliación de los datos presentados.

Factor de Estacionalidad.

La propuesta destaca por estimar los factores estacionales de demanda para cada mes del año a través de un algoritmo matemático específico.

Factor Estacional Mes X = Demanda Real Mes X / Demanda Promedio del Año X

Este factor estacional proporciona una medida de la variación porcentual en las ventas mensuales en comparación con el promedio anual. Por ejemplo, un factor estacional de 1.2 en marzo indica que las ventas de ese mes fueron un 20% superiores al promedio anual. El cálculo se realiza para cada producto, dividiendo la demanda mensual real por el promedio anual, calculado desde enero hasta diciembre. Esto ofrece un índice crucial para ajustar las proyecciones de ventas futuras, teniendo en cuenta las variaciones estacionales.

Tabla 2.

Factores estacionales mensuales por productos para los años 2020 a 2022.

Mes	Agua	Soda	Snack	Cerveza	Jugo	Licor	Jabón	Cigarro
Ene.	1.11	1.13	1.15	1.13	1.12	1.13	1.14	1.09
Feb.	1.04	1.06	1.05	1.03	1.01	1.00	1.00	1.01
Mar.	1.18	1.20	1.21	1.21	1.22	1.22	1.22	1.21
Abr.	0.91	0.90	0.89	0.90	0.91	0.91	0.90	0.92
May.	0.97	0.97	0.94	0.95	0.96	0.98	0.98	0.99
Jun.	0.91	0.90	0.89	0.90	0.91	0.91	0.90	0.92
Jul.	1.04	1.04	1.03	1.03	1.01	1.00	1.00	1.01
Ago.	1.11	1.11	1.12	1.13	1.12	1.13	1.14	1.09
Sep.	1.04	1.04	1.03	1.03	1.01	1.00	1.00	1.01
Oct.	0.91	0.90	0.89	0.90	0.91	0.91	0.90	0.92
Nov.	0.77	0.76	0.79	0.79	0.81	0.81	0.81	0.82
Dic.	2.09	2.08	1.99	2.02	2.23	1.95	1.96	1.97

Desviación Estándar.

La desviación estándar es un indicador estadístico que cuantifica la dispersión o variabilidad de un conjunto de datos respecto a su media. Una desviación estándar elevada indica una mayor variabilidad en los datos, lo que se traduce en fluctuaciones significativas en la demanda. Por otro lado, una desviación estándar baja señala una mayor estabilidad en los datos, reflejando menores variaciones en la demanda. Este indicador es esencial para realizar proyecciones más precisas y para la determinación óptima de los niveles de inventario de seguridad, convirtiéndose en un elemento clave para la gestión eficaz de inventarios.

Tabla 3.

Desviación estándar promedio: variabilidad por producto 2020 a 2022.

Mes	Agua	Soda	Snack	Cerveza	Jugo	Licor	Jabón	Cigarro
Ene.	10	8	23	39	12	33	8	46
Feb.	10	6	21	37	11	30	7	43
Mar.	13	7	26	46	14	37	9	55
Abr.	12	6	21	38	10	26	7	42
May.	11	6	19	36	10	33	8	43
Jun.	12	6	21	38	10	26	7	42
Jul.	11	6	20	39	11	30	7	43
Ago.	11	8	23	39	12	33	8	46
Sep.	10	6	21	37	11	30	7	43
Oct.	12	6	21	38	10	26	7	42
Nov.	13	6	18	34	9	24	7	40

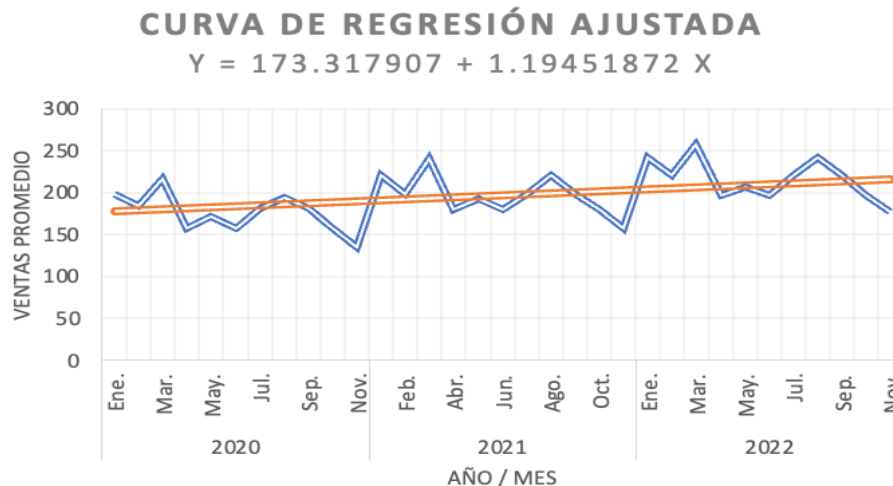
Mes	Agua	Soda	Snack	Cerveza	Jugo	Licor	Jabón	Cigarro
Dic.	14	8	23	45	14	39	9	55

Tendencia Estimada.

Este análisis estadístico examina el comportamiento de ventas de productos a lo largo de un periodo de tres años donde se identifican patrones consistentes de crecimiento.

Figura 1.

Curva de regresión representativa para los productos en estudio.



La consideración del crecimiento en la demanda ocupa un lugar central en la gestión eficaz de inventarios y la implementación del modelo EOQ, particularmente cuando se interpretan los resultados de la regresión lineal (figura 1) y su impacto en el punto de reorden y los niveles de inventario de seguridad. La regresión lineal revela un incremento constante en la demanda de 1.19451872 unidades para este período, lo que indica una tendencia ascendente sostenida.

Para alinear el modelo EOQ con esta dinámica de mercado, resulta imperativo realizar ajustes en los parámetros asociados con la demanda promedio proyectada y elevar los

niveles de inventario de seguridad. Estas modificaciones son fundamentales para satisfacer el incremento previsto en la demanda y evitar potenciales situaciones de desabastecimiento.

Para estimar la demanda de agua para octubre de 2023:

$$\text{Demanda proyectada} = D * E * T$$

$$\text{Demanda proyectada} = 130 * 0.91 * 1.19451872 = 141 \text{ unidades}$$

Donde:

D = Demanda promedio de octubre = 130 unidades

E = Factor de estacionalidad de octubre = 0.91

T = Tendencia de crecimiento en 3 años = 1.19451872

Se efectuó un análisis comparativo de la precisión en las proyecciones de demanda entre el actual método de pronóstico de la tienda y un modelo avanzado que ajusta por estacionalidad y tendencia. Este estudio demostró la superioridad del modelo propuesto mediante una significativa reducción del Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) en un 71.4%, pasando de un MAPE inicial de 35.5% a un 10.2% con el modelo ajustado. Este avance evidencia la mejora en la precisión de las proyecciones de demanda, contribuyendo directamente a la optimización de la gestión de inventarios.

La fórmula utilizada para calcular la reducción del MAPE fue:

$$\text{Reducción de MAPE} = ((\text{MAPE inicial} - \text{MAPE final}) / \text{MAPE inicial}) * 100\%$$

$$\text{Reducción MAPE: } (35.5\% - 10.2\%) / 35.5\% = 71.4\%$$

Esta significativa mejora en la precisión de las proyecciones sugiere una disminución en la probabilidad de faltantes de productos, evitando así las ventas perdidas debido a

desabastecimientos. Esta optimización en el pronóstico de demanda es un avance crucial hacia una gestión de inventarios más eficiente y efectiva.

Tabla 4.

Consolidación de los parámetros por producto para pronosticar el EOQ, punto de reorden e inventario de seguridad en octubre de 2023.

Parámetro	Agua	Soda	Snack	Cerveza	Jugo	Licor	Jabón	Cigarro
Desviación estándar de la demanda en 12 unidades (σ)	6	21	38	10	26	7	42	
Plazo de entrega en meses (L)	0.25	0.12	0.50	0.12	0.25	0.25	0.50	0.25
Nivel de servicio deseado (Z)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Factor de estacionalidad (E)	0.91	0.90	0.89	0.90	0.91	0.91	0.90	0.92
Tendencia de crecimiento en tres años (T)	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19

Nota. Se utiliza σ para la desviación estándar de la muestra.

1. Determinar de manera precisa la Cantidad Económica de Pedido (EOQ):

Análisis de la Cantidad Económica de Pedido (EOQ): Se realizó un examen minucioso del EOQ para identificar el tamaño de pedido que optimiza el balance entre los costos de

pedidos y los costos de mantener el inventario de las existencias. Este paso crítico busca reducir al mínimo los costos totales asociados con la gestión de inventarios.

Al avanzar en el análisis de la fórmula EOQ, se parte de la base de que la demanda mensual (D_m) ya ha sido establecida mediante cálculos previos. El siguiente paso es enfocarse en desglosar y comprender los restantes elementos esenciales de esta fórmula. Por lo tanto, se detallan los componentes cruciales: los valores de S (costo de preparación por pedido) y H (costo de mantener una unidad en inventario por mes).

Cuantificando (S)

Para determinar el costo fijo mensual de realizar un pedido (S) asociado al producto "Agua", se analizan diversos componentes operativos. Estos incluyen el alquiler de la tienda, los salarios del personal administrativo, los costos de seguros, los servicios básicos (como electricidad y agua), el mantenimiento de equipos, los sistemas de seguridad, las licencias y permisos, así como los honorarios por servicios profesionales. Tras consolidar estos elementos, el costo operativo total anual se estima en 48,340 dólares.

Es importante destacar que, en este cálculo, se omite la inclusión de costos relacionados con equipos de manejo de materiales y la depreciación de las instalaciones para simplificar el análisis. La determinación de S para el producto "Agua" se realiza dividiendo el costo operativo anual total por el número de pedidos anuales y la diversidad de productos gestionados, lo cual arroja un costo fijo mensual por pedido de 0.56 dólares. Este enfoque meticuloso asegura una estimación precisa del gasto fijo asociado a cada pedido, permitiendo una gestión de inventario más eficiente y económicamente informada.

$S = (\text{Costo fijo operativo anual total} / \text{Cantidad de pedidos anuales}) / \text{Cantidad de productos.}$

$$S = (48,340 / 48) / 1800 = 0.56$$

Cuantificando (H)

Para determinar el valor de (H), que representa el costo de mantenimiento por unidad de inventario, adoptamos un enfoque metodológico riguroso. Este enfoque integra la tasa de mantenimiento del inventario, denotada como (i), y el costo por unidad, representado por (C). La fórmula utilizada para este cálculo se expresa de la siguiente manera:

$$H = i * C = 1.3\% * \$0.59 = \$0 .00767$$

En esta ecuación, (H) cuantifica el costo anual de mantener una unidad del inventario en existencias, tomando en cuenta tanto los gastos directos asociados con el almacenamiento de dicho inventario como los costos indirectos, que pueden incluir, entre otros, los costos de oportunidad del capital invertido en el inventario. La tasa de mantenimiento del inventario (i) refleja el porcentaje del costo unitario (C) que se incurre como gasto por mantener el inventario disponible durante un año.

Cuantificando (EOQ):

$$EOQ = \sqrt{[(2 * D * S) / H]}$$

Donde:

Dm = demanda mensual en unidades.

S = costo de preparación por unidad.

H = costo de mantener 1 unidad en inventario por mes

$$EOQ = \sqrt{[(2*141*0.56) / 0 .00767]} = 144 \text{ unidades}$$

2. Para calcular el Inventario de Seguridad (SS):

Al calcular el SS, se toman en consideración diversos factores, incluyendo la variabilidad histórica de la demanda, el tiempo de entrega del proveedor y los niveles de servicio deseados. Esta estrategia proactiva asegura que la tienda mantenga un equilibrio entre la disponibilidad de producto y la eficiencia en el uso de recursos, evitando interrupciones

en la cadena de suministro y garantizando una respuesta ágil a las necesidades del mercado.

$$SS = Z * \sigma * \sqrt{L}$$

Donde:

Z = Nivel de servicio deseado = 0.95

σ = Desviación estándar de la demanda = 12 unidades

L = Plazo de entrega en meses = 0.25 meses

Reemplazando:

$$SS = 0.95 * 12 * \sqrt{0.25} = 6 \text{ unidades}$$

3. Para calcular el punto de reorden mensual (ROP):

Este enfoque estratégico tiene como objetivo principal mitigar los impactos derivados de la variabilidad en la demanda, proporcionando así un margen de seguridad que permite a la organización adaptarse eficazmente a fluctuaciones inesperadas en la demanda, sin poner en riesgo la disponibilidad constante de los productos.

$$ROP = (Dm * L) + SS$$

Donde:

Dm = Demanda promedio mensual = 141 unidades

L = Plazo de entrega en meses = 0.25 meses

SS = Inventario de seguridad mensual = 6 unidades

Entonces:

$$ROP = (141 * 0.25) + 6 = 42 \text{ unidades.}$$

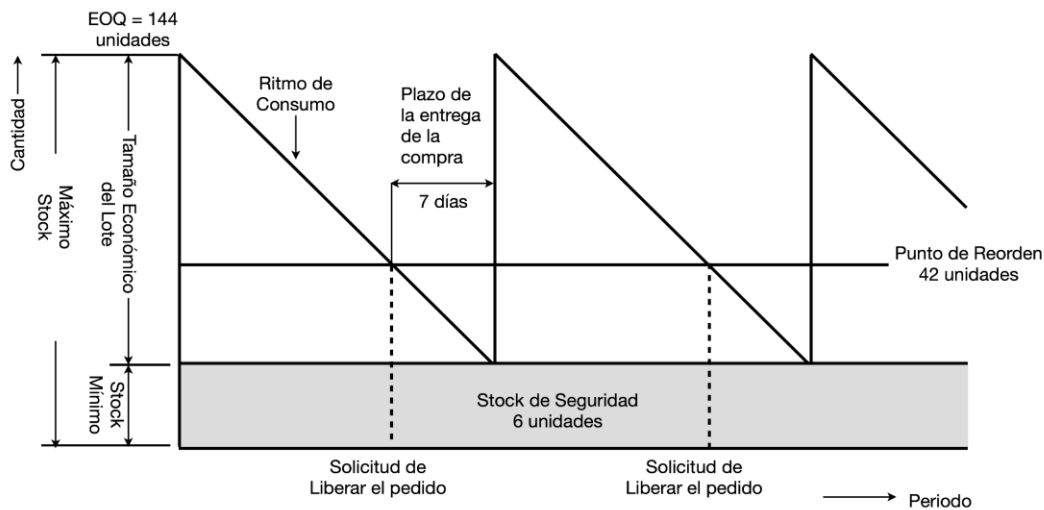
Tabla 5.

Resumen de los resultados estimados del EOQ, SS y ROP por producto para el mes de octubre de 2023.

Parámetro	Agua	Soda	Snack	Cerveza	Jugo	Licor	Jabón	Cigarro
Demanda mensual (Dm _E)	141	70	181	333	98	253	59	410
Costo fijo de realizar un pedido al mes (S)	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
Costo de mantener una unidad en inventario durante un mes (%)	1.3 %	2.6 %	0.47 %	0.5 %	1.2 %	0.08 %	2.7 %	0.06 %
Costo unitario de producto (Pu)	0.59	0.60	1.25	0.65	0.95	4.98	0.68	4.50
Pedido óptimo (EOQ)	144	71	186	339	99	267	60	413
Inventario de seguridad mensual (SS)	6	5	6	9	6	6	6	6
Punto de reorden mensual (ROP)	43	23	53	94	31	73	22	110

Figura 2.

Representación visual del modelo EOQ, punto de reorden y stock de seguridad para el producto "Agua" en octubre de 2023.



DISCUSIÓN

Este estudio ofrece una perspectiva valiosa en el mejoramiento de la gestión de inventarios en tiendas de barrio, resaltando su relevancia tanto desde una perspectiva teórica como práctica. La adecuada adaptación y aplicación del modelo de Cantidad Económica de Pedido (EOQ) en estos establecimientos minoristas aborda un vacío importante previamente no examinado en la literatura especializada. Los resultados validan que, con las adaptaciones necesarias, el modelo EOQ se revela como una estrategia efectiva para aumentar la eficiencia operativa en estos establecimientos, confirmando su utilidad como herramienta fundamental en la administración de inventarios. Este hallazgo está alineado con las observaciones de Vrat (2014), quien destaca la efectividad del EOQ en la reducción de costos asociados con la realización de pedidos y el mantenimiento de inventarios en el contexto minorista. No obstante, la implementación del modelo también evidencia la importancia de ajustarlo para afrontar

las demandas fluctuantes y las restricciones específicas que enfrentan estos pequeños comercios, aspecto señalado por Dumas et al. (2013).

El estudio destaca un hallazgo crucial: la notable variabilidad en los costos de mantenimiento de inventario (H). Dicha variabilidad, que se encuentra íntimamente asociada a diversos factores que afectan el almacenamiento y la conservación, se revela como un elemento esencial para el éxito en la implementación del modelo EOQ. Esta variabilidad se erige como un elemento crítico para el cálculo efectivo del EOQ, debido a las complejidades inherentes a su determinación precisa y a la amplia gama de variación originada por las distintas categorías de productos y sus respectivas necesidades de conservación y almacenaje.

Este hallazgo está en consonancia con los hallazgos de Garrido Bayas et al. (2017), quienes determinaron que estos costos representan los gastos en los que incurre una empresa por el mantenimiento de inventarios e incluyen distintos componentes, como los costos de almacenaje, manejo de materiales, obsolescencia, seguros e impuestos, además del costo de oportunidad del capital invertido en inventario. Sin embargo, se reconoce que establecer con precisión estos costos puede representar un reto en la práctica, dada la falta de registros detallados en numerosos establecimientos.

Además, el estudio demuestra el valor de integrar técnicas de pronóstico, como promedios móviles, regresión lineal y ajustes estacionales, para mejorar significativamente la precisión de las predicciones de demanda. Esto respalda los argumentos de Torres (2023) y Pérez-Vergara et al. (2013) sobre la importancia crucial de los pronósticos precisos para la planificación efectiva del inventario y la toma de decisiones estratégicas.

Sin embargo, es importante reconocer las limitaciones del estudio. Si bien los hallazgos son prometedores, se basan en datos de una sola tienda de barrio. Se

necesitan estudios adicionales que involucren una muestra más amplia de tiendas para confirmar la generalización de estos resultados. Además, aunque el análisis considera la variabilidad de los costos de mantenimiento entre diferentes productos, no captura completamente la complejidad de gestionar un surtido diverso de artículos con requisitos de almacenamiento potencialmente conflictivos (Kin, 2020; García, 2018).

A pesar de estas limitaciones, el estudio tiene implicaciones prácticas significativas. Demuestra el potencial de utilizar sistemas de gestión de inventario adaptados, basados en EOQ, para mejorar la rentabilidad y la competitividad de las tiendas de barrio (Vrat, 2014; Gallardo, 2019). Al segmentar los productos según sus características específicas y monitorear de cerca los costos asociados, estas tiendas pueden optimizar sus niveles de inventario, reducir los costos operativos y, en última instancia, ofrecer un mejor servicio a sus clientes (Garrido Bayas et al., 2017; Jiraruttrakul et al., 2017).

CONCLUSIÓN

Este estudio evidencia cómo la implementación de un modelo de gestión de inventarios adaptativo y diferenciado, fundamentado en el modelo EOQ y en técnicas de pronóstico, potencia de manera significativa tanto la eficiencia operativa como la rentabilidad en las tiendas de barrio. Se observó una notable disminución del 71.4% en el error porcentual absoluto medio (MAPE) de los pronósticos de demanda, traduciéndose en una reducción considerable de las ventas no realizadas por falta de existencias.

Desde el ámbito teórico, este trabajo aporta a la literatura especializada mediante la sugerencia de un enfoque novedoso que armoniza el modelo EOQ con estrategias de pronóstico, tomando en cuenta variables como la estacionalidad, la desviación estándar

y las tendencias de crecimiento. Dicho marco teórico es adaptable y aplicable a diversos entornos de pequeños comercios minoristas en economías en desarrollo.

En contrapartida, el análisis resalta la importancia fundamental de considerar la variabilidad de los productos al calcular el costo de mantener el inventario (H), encontrando que la tasa de mantenimiento de inventario varía considerablemente entre diferentes categorías de productos, debido a las variadas exigencias de almacenamiento y conservación específicas para cada tipo. Esta variabilidad, influenciada por factores como el tipo de producto, el valor del inventario, su frecuencia de rotación y las fluctuaciones estacionales en la demanda, es particularmente pronunciada en productos de alto valor y baja rotación. Esto subraya la importancia de estos factores en la eficacia del manejo de inventarios. Al considerar estas diferencias, el modelo EOQ se afina y personaliza, mejorando significativamente la eficiencia en la gestión de inventarios y la toma de decisiones estratégicas.

Se recomienda que las tiendas de barrio panameñas adopten e implementen el modelo de gestión de inventarios propuesto en este estudio. Este modelo adaptativo y diferenciado, basado en el EOQ y técnicas de pronóstico, ha demostrado su capacidad para mejorar significativamente la eficiencia operativa y la rentabilidad de estos establecimientos.

Para garantizar una implementación exitosa del modelo propuesto, se recomienda brindar capacitación y asistencia técnica a los propietarios y administradores de las tiendas de barrio. Esta capacitación debe cubrir aspectos clave como la recopilación y análisis de datos de ventas e inventario, el uso de técnicas de pronóstico, la aplicación del modelo EOQ y la interpretación de los resultados.

Para facilitar la adopción y uso efectivo del modelo propuesto, se recomienda el desarrollo de herramientas tecnológicas accesibles y amigables con el usuario, como aplicaciones móviles o software basado en la nube. Estas herramientas deben permitir a los propietarios de las tiendas ingresar fácilmente los datos de ventas e inventario, realizar pronósticos, calcular los parámetros del modelo EOQ y generar informes y alertas automáticas. La disponibilidad de estas herramientas tecnológicas asequibles reducirá las barreras de entrada y promoverá una mayor adopción del modelo en las tiendas de barrio.

Se recomienda fomentar una mayor colaboración entre las tiendas y sus proveedores y distribuidores. Esta colaboración puede incluir el intercambio de datos de ventas y demanda, la coordinación de los plazos de entrega y la negociación de términos comerciales más favorables. Una mejor comunicación y cooperación en la cadena de suministro puede ayudar a las tiendas a optimizar aún más sus niveles de inventario, reducir los costos y mejorar la disponibilidad de productos para sus clientes.

Para continuar avanzando en este campo de estudio, se recomienda realizar investigaciones adicionales que aborden las limitaciones identificadas en este artículo y exploren nuevas áreas de interés. Algunos temas sugeridos incluyen:

1. Investigación sobre la Integración de Capacidad de Almacenamiento y Limitaciones de Espacio en el Modelo EOQ: Se propone estudiar la inclusión de factores como la capacidad de almacenamiento y las restricciones de espacio en el modelo EOQ, con el objetivo de aumentar su aplicabilidad y eficacia en las tiendas de barrio, abordando así los desafíos específicos que estos establecimientos enfrentan.

2. Combinación de Mejoras en la Gestión de Inventarios con Innovaciones Tecnológicas: Se sugiere investigar la integración de estrategias avanzadas de gestión de inventarios con innovaciones tecnológicas, como el Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA), con el objetivo de aumentar la precisión de los resultados,

potenciar la resiliencia y promover el crecimiento sostenible de las tiendas. Esta recomendación subraya la importancia de adoptar un enfoque proactivo y tecnológicamente avanzado para mantenerse competitivos y prosperar en el entorno comercial contemporáneo.

3. Estudios Longitudinales sobre el Impacto a Largo Plazo del Modelo EOQ: Es esencial realizar estudios longitudinales que evalúen los efectos a largo plazo de la implementación del modelo EOQ, para comprender mejor su impacto y sostenibilidad en las pequeñas tiendas.

4. Investigaciones Comparativas en Diversos Contextos Geográficos y Socioeconómicos: Se debe investigar la aplicabilidad y efectividad del modelo EOQ en diferentes contextos, incluyendo variaciones geográficas y socioeconómicas, para validar su universalidad y adaptabilidad.

5. Análisis Detallado de la Variabilidad de los Costos de Mantenimiento de Inventario: Es crucial realizar análisis detallados sobre cómo la variabilidad en los costos de mantenimiento de inventario afecta la precisión y efectividad del modelo EOQ en las tiendas de barrio, considerando diferentes categorías de productos.

Estas recomendaciones abarcan una amplia gama de áreas de investigación potenciales que podrían contribuir significativamente al conocimiento y práctica de la gestión de inventarios en tiendas de barrio, adaptándose a las necesidades específicas y desafíos de estos importantes establecimientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- De Felipe, H. (2023). Uso De La Inteligencia Artificial (IA) En La Gestión De La Cadena De Suministro Y Logística. Universidad Rey Juan Carlos, 1-9.
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. (2013). *Fundamentals of Business Process Management*. Springer.
- Gallardo, S. (2019). Gestión de Inventario como herramienta de control para la adquisición de bienes de uso y consumo corriente en el Sector Público basado en el modelo de inventario E.O.Q. (Cantidad Económica de Pedido). Universidad Técnica De Ambato. Tesis. p. 1-70
- García, M. (2018). La gestión del inventario en tiendas de barrio. Repositorio de la Universidad de San Martín de Porres. <https://repositorio.usmp.edu.pe/>
- Garrido Bayas, I. Y., Guadalupe Arias, S. E., & Bravo Molina, P. P. (2017). Administración y control de inventarios. *Revista mktDescubre - ESPOCH FADE*, (9), 106-113.
- Girón Guerrero, M. F., López Briones, J. R., Sornoza Briones, K. J. y Campuzano Vera, S. E. (2018). El lote económico de compras como sistema de administración de inventarios. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 2(Esp.), 759. <https://doi.org/10.26820/recimundo/2.esp.2018.756-771>.
- Huamani, M., & Zhichen, Z. (2022). Gestión de inventarios y rentabilidad en las PYMES de Perforación diamantina del gobierno regional de Lima. *Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas*.
- Jiraruttrakul, R., Smutkupt, S., Marksın, W., Liu, L., & Thanathawee, C. (2017). Applying an EOQ model to reduce an inventory cost. *Journal of Supply Chain Management*, 11(1), 46-55.
- Kin, B. (2020). Less fragmentation and more sustainability: How to supply nanostores in urban areas more efficiently? *Transportation Research Procedia*, 46, 117-124.
- Manrique, M., Teves, J., Taco, A., & Flores, J. (2019). Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica. *Revista Venezolana de Gerencia*, 1-9.
- Pérez-Vergara, I., Cifuentes-Laguna, A. M., Vásquez-García, C., & Marcela-Ocampo, D. (2013). Un modelo de gestión de inventarios para una empresa de productos alimenticios. *Ingeniería Industrial*, XXXIV(2), 227-236.

Render, B., Stair, R.M. & Hanna, M.E. (2016). Quantitative analysis for management. Pearson Education.

Rodríguez, A. (2023). Gestión de inventario en la Empresa Ferimporsa S.A. en la Ciudad de Babahoyo. Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de CPCON:<https://www.grupocpcon.com/es-mx/tecnologia-en-la-gestion-de-inventarios-rotativos/>

Torres, D. (2023). Qué es un análisis de la demanda y cómo hacerlo en tu empresa (incluye ejemplos). Hubspot. <https://blog.hubspot.es/sales/analisis-demanda>.

Vania, A., & Yolina, H. (2021). Analysis Inventory Cost Jona Shop with EOQ Model. Jurnal Emacs (Engineering, Mathematics and Computer Science), 3(1), 21-25. <https://doi.org/10.21512/emacsjournal.v3i1.6847>

Vrat, P. (2014). Basic Concepts in Inventory Management. In Materials Management. (pp. 21-36). Springer Texts in Business and Economics.