

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **IMPROVEMENT MODEL FOR INVENTORY MANAGEMENT WITH THE USE OF THE ABC CLASSIFICATION, ECONOMIC LOT (EOQ) AND REORDER POINT (ROP) IN A TIRE RETAILING COMPANY**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**Ilan Daniel Comitre Cornejo**

**Código 20190508**

**Pedro Marcelo Lopez Casas**

**Código 20191142**

**Asesor**

**Jorge Antonio Corzo Chávez**

Lima – Perú  
Abril de 2025

**Propuesta**  
**Carrera Ingeniería Industrial**

**Título**

Improvement Model for Inventory Management with the use of the ABC Classification, Economic Lot (EOQ) and Reorder Point (ROP) in a tire retailing company

**Autor(es)**

Ilan Daniel Comitre Cornejo – [20190508@aloe.ulima.edu.pe](mailto:20190508@aloe.ulima.edu.pe)

Universidad de Lima, Perú

Pedro Marcelo Lopez Casas - [20191142@aloe.ulima.edu.pe](mailto:20191142@aloe.ulima.edu.pe)

Universidad de Lima, Perú

Jorge Antonio Corzo Chavez, - [jacorzo@ulima.edu.pe](mailto:jacorzo@ulima.edu.pe)

Universidad de Lima, Perú

**Resumen:** El sector global de comercialización de neumáticos enfrentó interrupciones debido a la pandemia, afectando la producción y la demanda. La recuperación, impulsada por la reactivación económica y el aumento de la demanda de vehículos, especialmente en países estratégicos como China, EE. UU. y la UE, es evidente. En Perú, el sector comercial de neumáticos refleja las tendencias globales, con un crecimiento sostenido vinculado al aumento en las ventas de automóviles. La empresa investigada, que opera desde hace más de dos décadas, se dedica a tiendas, distribución, flotas y negocios en línea. El 85% de las compras provienen de proveedores extranjeros, principalmente de Brasil y Alemania. A pesar de los desafíos de la pandemia, la empresa mantuvo y superó las ventas previas a la pandemia desde agosto de 2021. Sin embargo, la gestión de inventarios sigue siendo un desafío, afectando la satisfacción del cliente y las ventas. Este proyecto de investigación tiene como objetivo demostrar que la implementación de un modelo de mejora en la gestión de inventarios mejora la productividad y eficiencia de la empresa. Los objetivos específicos incluyen revisar la gestión de suministros en el sector de neumáticos en Perú, analizar los problemas en la gestión de inventarios, proponer soluciones basadas en la ingeniería y validar la viabilidad económica de la solución propuesta. Algunos de los resultados más significativos obtenidos incluyen una mejora del 30.6% en los costos logísticos totales, un 15% de mejora en el tiempo promedio de respuesta al cliente y un beneficio neto actual de aproximadamente USD 200 000. Centrándose en las ventas de neumáticos para vehículos ligeros, el proyecto emplea un enfoque correlacional-descriptivo con diseño experimental para manipular variables independientes. Las limitaciones incluyen desafíos en la recopilación de datos de la empresa y el análisis poco frecuente de los procedimientos relacionados con inventarios. Se identifican como desafíos indicadores clave de desempeño (KPIs), como la alta rotación de inventarios, inventario ocioso y el costo logístico total. El proyecto aborda estos desafíos para mejorar la eficiencia operativa y la rentabilidad de la empresa.

**Palabras Clave:** Punto de Reorden, Lote Económico, Clasificación ABC, Gestión de la Cadena de Suministro (SCM), gestión de inventarios, empresa de neumáticos.

**Abstract:** The global tire marketing sector faced disruptions due to the pandemic, affecting production and demand. The recovery, driven by economic revival and increased vehicle demand, especially in strategic countries like China, the US, and the EU, is evident. In Peru, the tire trade sector mirrors global trends, with sustained growth linked to increased car sales. The investigated company, operating for over two decades, engages in stores, distribution, fleet, and web businesses. 85% of purchases come from foreign suppliers, mainly Brazil and Germany. Despite pandemic challenges, the company maintained and exceeded pre-pandemic sales since August 2021. However, inventory management remains a challenge, impacting customer satisfaction and sales. This research project aims to demonstrate that implementing an inventory management improvement model enhances company productivity and efficiency. Specific objectives include reviewing supply management in Peru's tire sector, analyzing inventory management issues,

proposing engineering-based solutions, and validating the proposed solution's economic feasibility. Some of the most significant results obtained include a 30.6% improvement in total logistic costs, a 15% enhancement in average customer response time, and a current net benefit of approximately USD 200 000. Focusing on light vehicle tire sales, the project employs a correlational-descriptive approach with experimental design to manipulate independent variables. Limitations include data collection challenges from the company and infrequent analysis of inventory-related procedures. Key performance indicators (KPIs) like high inventory turnover, idle inventory, and total logistic cost are identified as challenges. The project addresses these challenges to enhance operational efficiency and company profitability.

**Keywords:** Reorder Point, Economic Lot, ABC Classification, SCM, inventory management, tire company

**Línea de investigación IDIC – ULIMA:** Operaciones y logística

**Área y Sub-áreas de Investigación:** Supply Chain Management  
[tomar como referencia la clasificación IISE BOK <https://www.iise.org/details.aspx?id=43631> ]

**Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS)** relacionado (s) al tema de investigación.

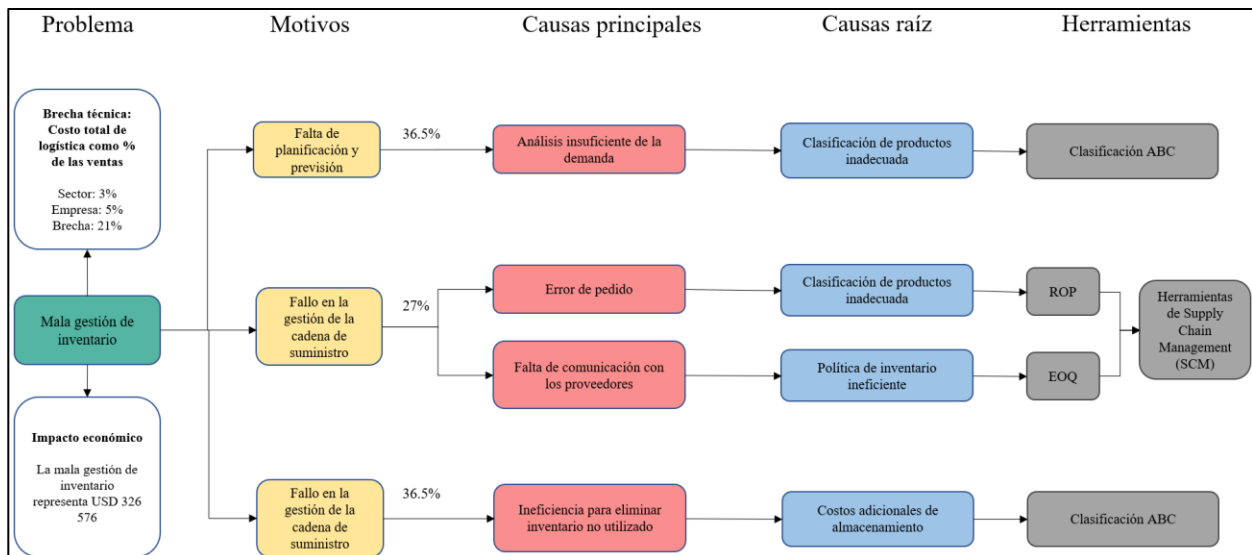
- 8. Trabajo decente y crecimiento económico
- 9. Industria, innovación e infraestructura

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El análisis detallado del Costo Total Logístico (CTL) como porcentaje de las ventas revela una brecha técnica significativa en la empresa en comparación con el sector. Mientras que el indicador CTL del sector representa el 3% de las ventas, la empresa muestra un valor actual del 5%, revelando una discrepancia del 2%. Esta diferencia, que se traduce en una oportunidad de mejora del 40%, se acentúa considerando el impacto económico del sector de ventas de vehículos y autopartes en el PIB del país y se presenta en la figura 1. Cuantitativamente, los sobrecostos operativos debidos a prácticas ineficientes de gestión de inventarios son evidentes. Los costos de almacenamiento de inventario muerto representan el 12% del inventario total de la empresa, aproximadamente USD 27 000. En comparación, el sector de comercialización de neumáticos mantiene este indicador en torno al 10%, lo que indica margen de mejora para la empresa. Además, la falta de sincronización entre pedidos y ventas genera costos adicionales por cerrar ventas sin stock, representando el 13% de las compras anuales, aproximadamente USD 13 500. Aunque es común en el sector, existe espacio para optimización. Este análisis cuantitativo se complementa con la identificación de varios costos de oportunidad perdidos, principalmente asociados con la falta de inventario. Las pérdidas estimadas por estas operaciones no realizadas representan una pérdida del 10% en las ventas anuales, equivalente a USD 28 052 en margen. Aunque la empresa no lleva un registro exacto de estas pérdidas, la comparación con el sector destaca un margen significativo para mejorar. La determinación de las causas raíz se realiza a través de un árbol de problemas, identificando cuestiones relacionadas con la gestión de inventarios y sus principales factores. Estas causas raíz, vinculadas a las variables independientes del proyecto, establecen la base para el árbol de objetivos. Este último guía los objetivos de investigación hacia la implementación del análisis de cantidad económica de pedido (EOQ), el punto de reorden (ROP) y la clasificación ABC como herramientas clave para optimizar la gestión de inventarios y reducir los costos totales de almacenamiento. El objetivo final de la empresa es aumentar la eficiencia de su gestión de inventarios para reducir costos y mejorar la rentabilidad. Las herramientas seleccionadas, junto con la identificación de las causas raíz y los objetivos de investigación, constituyen un enfoque integral para abordar los desafíos actuales y mejorar significativamente los procesos logísticos y económicos.

**Figura 1**

Diagrama de la vinculación de las causas con las herramientas



## **OBJETIVOS**

**Objetivo general:** Las mejoras con herramientas de gestión de cadena de suministro como clasificación ABC, análisis de lote económico y análisis del punto de reorden, ayudarán a incrementar ventas y reducir costos en la empresa.

**Objetivo específico 1:** La optimización de distribución del almacén mediante clasificación ABC ayudará a incrementar las ventas de la empresa

**Objetivo específico 2:** La utilización de un análisis de lote económico ayudará a disminuir el costo total logístico de la empresa

**Objetivo específico 3:** La utilización de un análisis del punto de reorden ayudará a disminuir el costo total logístico de la empresa

**Objetivo específico 4:** La implementación de las herramientas de mejorar tendrá una inversión de pronto recupero

## JUSTIFICACIÓN

Los componentes abordados en el proceso de optimización han contribuido significativamente a la mejora general de los procesos logísticos y, en consecuencia, de los resultados económicos de la empresa. A continuación, se detallan los componentes planteados en el trabajo de investigación:

- **Componente 1: Análisis del Almacén Logístico**

La aplicación de la herramienta ROP ha generado mejoras notables, en particular, una reducción del 47.4% en los costos de almacenamiento. Esta herramienta no solo ha optimizado las cantidades esenciales de neumáticos en inventario, evitando la falta de stock y minimizando costos, sino que también ha puesto de relieve la necesidad de un análisis logístico más profundo en el almacén. Al corregir problemas de exceso de inventario y pérdidas, la implementación de la herramienta ROP ha llevado a una gestión más eficiente del inventario y a una mayor agilidad en los procesos de compra y almacenamiento.

**Tabla 1**

Evolución del Costo de Almacenamiento durante la implementación de la herramienta ROP (USD)

Mes	Etapa	Costos de almacenamiento
1	As Is	27 794
2	Transición	22 743
3	Transición	17 888
4	To Be	14 626

**Tabla 2**

Comparativa de los Costos de Almacenamiento (USD)

Descripción	As Is	To Be
Costo de almacenamiento	27 794	14 626

- **Componente 2: Política de Compras**

La implementación de EOQ ha tenido un impacto significativo, con una reducción del 30.6% en el Costo Logístico Total. La falta anterior de una política de compras establecida llevó a la empresa a realizar pedidos excesivos, basándose únicamente en datos históricos y pronósticos de ventas. La introducción de EOQ ha permitido determinar las cantidades ideales por tipo de neumático en cada pedido, optimizando los costos asociados al inventario. Esta implementación ha contribuido no solo a una gestión más eficaz de las compras, sino también a la reducción de gastos innecesarios en logística y almacenamiento.

**Tabla 3**

Comparativa del Costo Total Logístico (USD)

Descripción	As Is	To Be
Costo Total Logístico (CTL)	173 134	120 135

- **Componente 3: Análisis de Productos:**

La Clasificación ABC, considerando el principio de Pareto y clasificando los tipos de neumáticos según su volumen de ventas, ha mejorado el tiempo promedio de preparación de pedidos en un 36.5%. La desorganización inicial en la ubicación de los modelos de neumáticos ha sido corregida, optimizando la eficiencia del personal y reduciendo significativamente los tiempos de espera para

los clientes. La implementación de la Clasificación ABC ha proporcionado una estructura más organizada en el almacén, mejorando la experiencia de compra de los clientes y contribuyendo a la eficiencia operativa.

**Tabla 4**

Comparativa del tiempo promedio por servicio (min)

Descripción	Indicador	As Is	To Be	Mejora
Clasificación ABC	Tiempo promedio por servicio	13.5	8.7	36.5%

Con respecto a la evaluación económica del proyecto, se realizó un análisis detallado del flujo de caja incorporando la inversión necesaria de USD 20 446 para las soluciones propuestas. Es importante mencionar que la inversión sería financiada completamente con fondos internos, evitando así financiamientos de terceros. Se calculó el Costo de Oportunidad del Capital (COK) del accionista el cual sería el mismo que el costo promedio ponderado de capital (CPPC) para determinar los indicadores financieros de la mejora. Con un COK mensual de 1.54%, se incorporó al análisis del flujo económico de la empresa con las mejoras propuestas.

Es importante resaltar que las herramientas involucradas afectarían tanto ventas como costos de la empresa:

A. Clasificación ABC: aumento del 16.67% en las ventas de neumáticos a particulares, que representan el 30% de las ventas totales.

B. ROP (Punto de Reorden): reducción del 47% en los costos de almacenamiento, que constituyen el 40% del Costo Total Logístico

C. EOQ (Lote Económico): reducción del 30.60% en el costo logístico total.

Una vez calculado el beneficio neto atribuible a la mejora (aumentos en ventas y ahorros en costos), se generó el flujo económico y se obtuvieron indicadores financieros alentadores:

- Valor Actual Neto (VAN): USD 416 736
- Tasa Interna de Retorno (TIR): 378%
- Relación Beneficio-Costo (B/C R): 21.38
- Periodo de Recuperación (PP): 0.27 meses o 7.98 días

El análisis realizado confirma la viabilidad financiera de la mejora propuesta, los indicadores reflejan la solidez financiera del proyecto. El VAN positivo, que se aproxima al medio millón de dólares (USD), y la TIR del 378% indican alta rentabilidad. El B/C R muestra que la inversión es altamente rentable, y el PP revela que la inversión se recupera en aproximadamente 8 días, un plazo manejable dada la facturación actual de la empresa. Un análisis detallado de los resultados tras la implementación de las mejoras en la empresa ha revelado impactos sustanciales positivos en su productividad y eficiencia.

En la evaluación general, se concluye que la inversión requerida para estas mejoras no representa un costo prohibitivo, especialmente al considerar los beneficios obtenidos. El verdadero valor agregado para la empresa no radica solo en la adopción de software o activos específicos, sino en la adquisición de conocimientos precisos, detallados y exactos en el ámbito de la gestión de la cadena de suministro. La propuesta de mejora aborda las necesidades fundamentales de cualquier empresa, especialmente en un entorno empresarial en un país en desarrollo, como Perú. La gestión adecuada de la cadena de suministro es un elemento crucial para lograr un crecimiento sostenible y continuidad en el mercado. Aunque las empresas peruanas pueden priorizar el aumento de ventas, la reducción de costos logísticos surge como un diferenciador clave al buscar un crecimiento sostenible y una presencia duradera en el

mercado. En los últimos años, empresas de diversos sectores han reconocido la importancia estratégica de mejorar la gestión de inventarios. La inclusión de herramientas de Gestión de la Cadena de Suministro (SCM), como las investigadas en este estudio (EOQ, ROP y Clasificación ABC), se ha convertido en una práctica común para optimizar operaciones y mejorar la eficiencia logística.

En resumen, la implementación exitosa de estas estrategias de optimización logística ha demostrado mejorar significativamente la eficiencia de la cadena de suministro de la empresa. La combinación de herramientas matemáticas, políticas de compras y análisis de productos ha contribuido no solo a la reducción de costos operativos, sino también a mejorar la experiencia del cliente y fortalecer la posición competitiva de la empresa en el mercado. Finalmente, con base en los escenarios observados durante la evaluación financiera, la propuesta de mejora sería altamente rentable para la empresa, ya que tiene un Valor Actual Neto (VAN) económico positivo y una Tasa Interna de Retorno (TIR) superior al Costo de Capital (COK) en el 75% de los escenarios, incluso superando a muchos mercados de inversión existentes.

## **HIPÓTESIS**

La mejora en la gestión de inventarios mediante clasificación ABC, análisis de lote económico y análisis de punto de reorden genera un ahorro en costos e incremento en ventas para una empresa llantas.

## DISEÑO METODOLÓGICO

### Tipo: Mejora Aplicada

La investigación realizada es de tipo mejora aplicada ya que se centra en cómo se han aplicado teorías, metodologías o herramientas para mejorar un aspecto específico de un proceso, operación o sistema en la organización elegida. A través de las herramientas Punto de Reorden (ROP), Lote Económico (EOQ) y Clasificación ABC se buscó tener una mejor optimización en los inventarios de la empresa y de esta forma tener una mejora considerable en relación con el Costo Total Logístico

### Enfoque: Cuantitativo

Con respecto al enfoque, el tipo utilizado en esta investigación fue el cuantitativo. Gracias a uso de información proporcionada por el cliente como número de ventas, cantidad de SKU's, costos fijos, demandas anuales, diarias y otros datos históricos de la empresa, se pudo realizar una simulación de la propuesta de mejora y posterior análisis de los resultados obtenidos en esta para poder llegar a una conclusión de la mejora.

### Alcance: Causal

El alcance de la investigación es de tipo causal ya que se busca a través de las herramientas utilizadas en la solución y los distintos indicadores presentados, explicar la relación directa de las variables y como existe una relación causa-efecto con respecto al indicador general analizado el cual es el Costo Total Logístico. Al lograr una mejora en los costos de la empresa, por consiguiente, la rentabilidad del negocio aumentará y se tendrá un mayor beneficio económico.

Para poder reducir los costos de almacenamiento, y por ende el costo total logístico, se elaboró el modelo macro de la mejora en la figura 2, donde se consideraron tres herramientas para poder mejorar el rendimiento de la empresa y cumplir con el objetivo de la investigación:

- **Clasificación ABC:** Se implementará esta herramienta con el análisis de los SKUs más rentable para la empresa (80% superior) seguido del 15% y finalmente el 5% restante, planteando un esquema de distribución de llantas en el punto de venta en base a su porcentaje de ventas aportado a la empresa.
- **Análisis de Punto de Reorden (ROP):** Se implementará esta herramienta mediante el análisis de niveles de inventario de los SKUs seleccionados con el fin de encontrar el momento exacto en que la empresa deberá realizar su pedido de compra siguiendo la siguiente fórmula donde ROP representa el punto de reorden,  $d$  representa la demanda diaria y  $L$  el tiempo de entrega del proveedor:

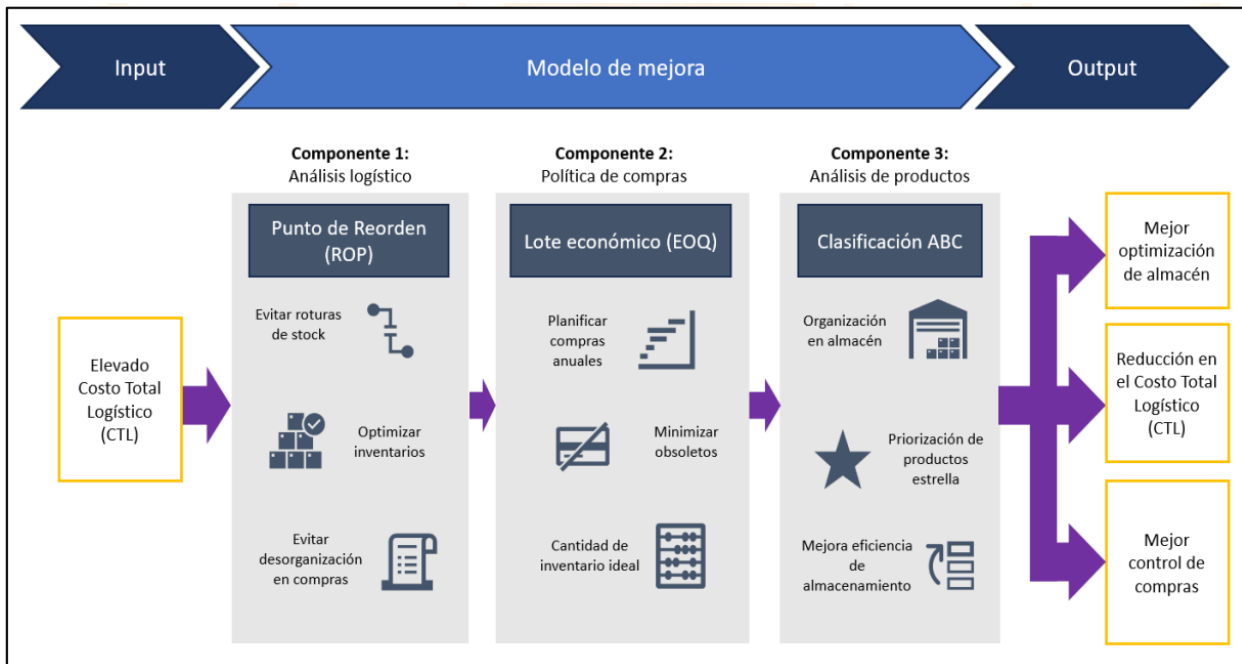
$$d \cdot L + SS = ROP$$

- **Análisis de Lote Económico (EOQ):** Se implementará esta herramienta mediante el análisis de niveles de inventario de los SKUs seleccionados con el fin de encontrar la cantidad exacta que la empresa deberá solicitar en su siguiente orden de compra siguiendo la siguiente fórmula conformado por EOQ representado el tamaño de lote a ordenar que genera el menor costo.  $D$  representando la demanda anual de llantas,  $S$  representando el costo de realizar pedidos,  $C$  representando el costo de una unidad e  $I$  representando el porcentaje de costo de mantener inventarios:

$$\sqrt{\frac{2DS}{CI}} = EOQ$$

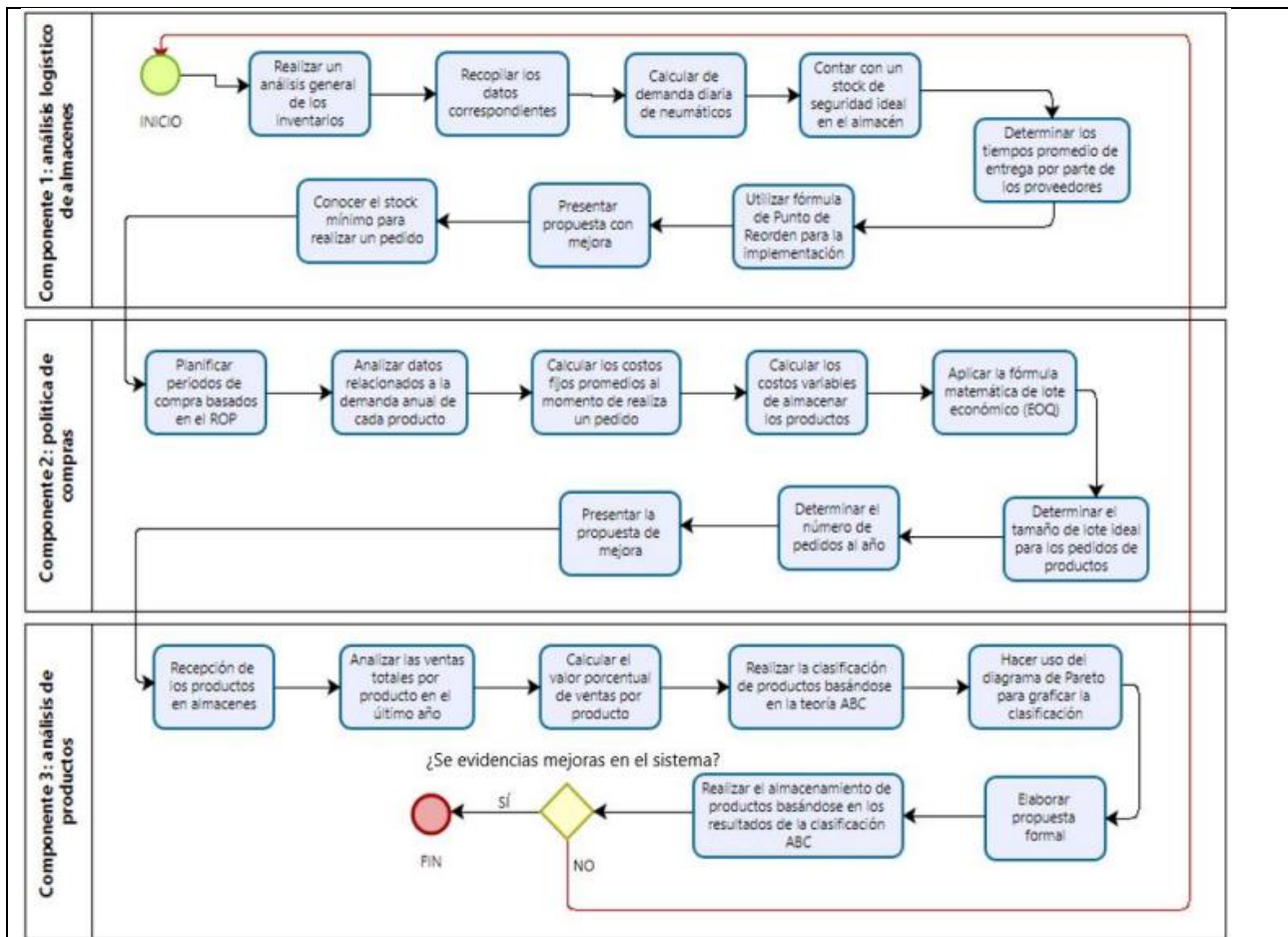
Figura 2

## Método de implementación del modelo general propuesto



**Figura 3**

Flujograma de diseño general de propuesta de mejora



## NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

Quisiéramos expresar nuestro más profundo agradecimiento a nuestro asesor de tesis, el profesor Jorge Corzo. Sus guías y consejos ayudaron a darle forma a la investigación realizada. Asimismo, queremos enviar un agradecimiento especial al Ingeniero Emilio Rossi por brindar el contacto de la empresa analizada y guías de ingeniería adicionales. Finalmente queremos agradecer a nuestros familiares y amigos por el apoyo incondicional durante este largo trayecto en nuestra formación profesional.

## REFERENCIAS

- [1] AAP. (2022). Asociación Automotriz del Perú. Obtenido de <https://aap.org.pe/estadisticas/informe-estadistico-automotor/iea-2022/>.
- [2] Alain Bensoussan, Sonny Skaaning, & Janos Turi. (2018). Inventory control with fixed cost and price optimization in continuous time. *Journal of Applied Analysis & Computation*, 8(3), 805–835. <https://doi.org/10.11948/2018.805>.
- [3] Asana, I. M., Radhitya, M. L., Widiartha, K. K., Santika, P. P., & Wiguna, I. K. (2020). Inventory control using ABC and Min-max analysis on Retail Management Information System. *Journal of Physics: Conference Series*, 1469(1), 012097. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1469/1/012097>.
- [4] Berk, E., Gürler, Ü., & Poormoaid, S. (2018). On the (Q, r) policy for perishables with positive lead times and multiple outstanding orders. *Annals of Operations Research*, 284(1), 81–98. <https://doi.org/10.1007/s10479-018-3044-3>.

- [5] Blume Dibos, C. E., Cruzado Huerta, S., & Zegarra Cavero, C. M. (2018). Análisis de las estrategias de comercialización de vehículos livianos de marcas chinas. ESAN Graduate School of Business.
- [6] Eksler, L., Aviram, R., Elalouf, A., & Kamble, A. (2019). An EOQ model for multiple products with varying degrees of substitutability. *Economics*, 13(1). <https://doi.org/10.5018/economics-ejournal.ja.2019-30>.
- [7] Flores Tananta, C. A., Arévalo Arévalo, J. G., Pérez Hidalgo, J., & Escalante Torres, J. A. (2020). Gestión del inventario y el rendimiento financiero en las empresas automotrices. Tarapoto. 2020. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 21.
- [8] Galarza, C. R. (2020). Los alcances de una investigación. *CienciAmerica*.
- [9] Hanafi, R., Mardin, F., Asmal, S., Setiawan, I., & Wijaya, S. (2019). Toward a green inventory controlling using the ABC Classification Analysis: A case of motorcycle spares parts shop. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 343(1), 012012. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/343/1/012012>.
- [10] King, M., Zhu, B., & Tang, S. (2001). Optimal path planning. *Mobile Robots*, 8(2), 520–531.
- [11] Lu, J.-G. (in press). Title of paper with only the first word capitalized. *J. Name Stand. Abbrev.*
- [12] Misra, V. (2020). Supply Chain Management Systems: Architecture, Design, and Vision. *Journal of Strategic Innovation and Sustainability*.
- [13] Peña, A. (2019). Análisis del sector automotriz Ecuador. *Infoeconomía*, 63.
- [14] Rendon Cox, R. A. (2019). Propuesta de un sistema de gestión de inventarios para la bodega del taller automotriz "El Pibe 2". *Universidad de Guayaquil*, 86.
- [15] Sánchez Baquero, J. P., Benitez Alvarez, W. O., Másmela Useche, D. M., Ortega García, C., & Meza Reyes, D. C. (2018). Beneficios al implementar estrategias de Supply Chain Management y Logística. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia*, 32.

## ANEXOS.

### Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** Improvement Model for Inventory Management with the use of the ABC Classification, Economic Lot (EOQ) and Reorder Point (ROP) in a tire retailing company
- **Autores:** Ilan Daniel Comitre Cornejo y Pedro Marcelo Lopez Casas
- **Co autor(es):** Jorge Antonio Corzo Chavez

### Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** 22nd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: Sustainable Engineering for a Diverse, Equitable, and Inclusive Future at the Service of Education, Research, and Industry for a Society 5.0
- **Organizador:** LACCEI
- **Sede:** Costa Rica
- **Año:** 2024
- **Pp:** 351
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://doi.org/10.18687/LACCEI2024.1.1.351>

## 8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe




- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

### Exclusiones

- ▶ N.º de fuente excluida

---

### Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

---

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.