

# Design and Implementation of Economic Order Quantity (EOQ) to reduce costs of an Electrical Products Distributing company.

Hans Adrian Vilcarrromero Vasquez, Bachelor of Engineering<sup>1</sup>, Katerin Carolina Almonacid Rojas, Bachelor of Engineering<sup>2</sup>, Marco Antonio Díaz Díaz, Master of Science<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, n00205581@upn.pe, n00222716@upn.pe, marco.diaz@upn.edu.pe

*Abstract– This work was carried out with the aim of implementing engineering tools in a distributor of electrical products in the city of Lima, Peru. The development of the work had an initial diagnostic stage, where the stockout problem was identified. To solve this, two alternative solutions were proposed, which were evaluated based on realistic constraints, and the most suitable one was subsequently selected to address the identified company's problem. The selected tool was the Economic Order Quantity (EOQ), and then the results were compared with engineering standards to determine its impact. Finally, an annual cost reduction of \$2,948.93 was achieved, and at the same time, the impact of the implemented tool was evaluated, resulting in a TIR of 25.04%, a NPV of \$1,553.33, and a B/C of 2.42. This improvement proposal aims to generate a replicable study model supported by linear regression calculations.*

*Keywords: EOQ, storage, supply, MSE, economic analysis.*

**Digital Object Identifier:** (only for full papers, inserted by LEIRD).  
**ISSN, ISBN:** (to be inserted by LEIRD).  
**DO NOT REMOVE**

# Design and Implementation of Economic Order Quantity (EOQ) to reduce costs of an Electrical Products Distributing company.

## Diseño e Implementación de Tamaño de Lote Económico (EOQ) para reducir costos de una empresa distribuidora de productos eléctricos.

Hans Adrian Vilcarromero Vasquez, Bachelor of Engineering<sup>1</sup>, Katerin Carolina Almonacid Rojas, Bachelor of Engineering<sup>2</sup>, Marco Antonio Díaz Díaz, Master of Science<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, n00205581@upn.pe, n00222716@upn.pe, marco.diaz@upn.edu.pe

**Resumen**– El presente trabajo fue elaborado con el objetivo de implementar la herramienta de ingeniería en una empresa distribuidora de productos eléctricos de la ciudad de Lima, Perú. El Desarrollo del trabajo tuvo una etapa inicial de diagnóstico, donde se identificó el problema quiebre de stock. Para la solución de este, se propusieron dos alternativas de solución, las cuales fueron evaluadas con base a restricciones realistas, para posteriormente seleccionar la más adecuada para solucionar el problema identificado de la empresa. La herramienta seleccionada fue Lote Económica de pedido (EOQ), posteriormente se compararon los resultados con estándares propios de ingeniería para determinar su impacto. Finalmente se obtuvo una reducción anual de \$2,948.93 en costos y a la vez se evaluó el impacto de la implementación de las herramientas elaboradas, obteniendo un TIR de 25.04%, un VAN de \$1,553.33 y un B/C de 2.42. Esta propuesta de mejora busca generar un modelo de estudio replicable respaldado en los cálculos de regresión lineal.

**Palabras clave:** EOQ, almacén, distribuidor, microempresa, análisis económico.

### I. INTRODUCCIÓN

#### A. Realidad Problemática

El presente estudio está enfocado en una empresa dedicada al comercio y distribución de productos eléctricos, que tiene en su cartera de clientes principales, a empresas constructoras y ferreteras en todo el territorio peruano. Ha alcanzado una venta global de sus productos por el valor de \$191,511.00 en el año 2022. La compañía, cuenta con personal calificado, para asesorar los requerimientos de sus clientes; sin embargo, se ha evidenciado falta de productos en stock, para poder cubrir las necesidades de sus clientes.

El problema identificado es el quiebre de stock. La empresa cuenta con stock de los productos con mayor demanda, pero no ha sido suficiente. Esto sumado a que no existe una planificación para el manejo de órdenes de compra, gestión de inventarios y control de la mercadería existente en almacén, por lo que dificulta la atención de pedidos con cantidades mayores a las existentes. En una empresa de tipo comercial, resulta crucial calcular la cantidad óptima para realizar pedidos y el momento oportuno para hacerlo. Este proceso debe considerar la minimización de los costos de almacenamiento y la garantía de un alto nivel de servicio al cliente [9]. En toda empresa, la falta de una implementación y

estructuración efectiva en sus sistemas de gestión de inventario conlleva riesgos constantes, como la pérdida de productos y la carestía de existencias necesarias para la venta, entre otros [4]. Por ello, se ve en la necesidad de realizar envíos parciales hasta cumplir con los requerimientos totales, lo que se refleja en un costo de \$1,560.14 por mes. En la Tabla 1, se muestran los costos que genera el problema en un periodo mensual.

TABLA 1  
RESUMEN DE COSTOS DEL PROBLEMA

Productos principales	Costo	Frecuencia
Insectocutores	\$ 207.42	23
Interruptores diferenciales	\$ 117.24	13
Spot light	\$ 117.24	13
Plafón led	\$ 117.24	13
Linternas 10w	\$ 72.15	8
Linternas 20w	\$ 72.15	8
Luminarias de emergen. IP65	\$ 72.15	8
Dado dimmer	\$ 90.18	10
Dado conmutador	\$ 72.15	8
Dado coaxial	\$ 180.36	20
Borneras 10A	\$ 72.15	8
Pilas recargables	\$ 72.15	8
Dicroicos led	\$ 225.45	25
Placa antimicrobial	\$ 72.15	8
<b>Total</b>	<b>\$ 1,560.14</b>	

Para este cálculo se consideró una jornada laboral de 8 horas al día y 24 días laborables al mes, el sueldo de un operario y un conductor son \$ 500.00 y \$ 555.56 mensuales respectivamente y el costo de flete es \$ 6.94 por cada envío. Asimismo, el tiempo extra incurrido por cada envío parcial es de 25 minutos aproximadamente.

#### B. Antecedentes de la investigación

La referencia [2] asumió como objetivo determinar los elementos metodológicos aplicables a almacenes de repuestos de vehículos, quienes demostraron que el EOQ es aplicable en diferentes sectores económicos y tiene un impacto significativo en la optimización de la gestión y control de inventarios. La combinación del EOQ con otros métodos, como el análisis ABC, R y P, pudo generar una disminución del 38% en costos globales y un incremento del 25% en las ventas. [2]

La referencia [10] abarcó como objetivo determinar el impacto de mejora de gestión de almacenes, compras y distribución aplicando ABC, EOQ y programación lineal en los sobrecostos de una empresa ferretera. Mediante la implementación de las herramientas, los autores obtuvieron los siguientes indicadores económicos, TIR 51%, VAN \$3,413.08, B/C 2.86.

La referencia [5] tuvo como objetivo estudiar las técnicas de gestión de inventarios, incluyendo el Modelo ABC, EOQ y Justo a Tiempo y su impacto en los costos operativos de las empresas. Se determinó que la aplicación del EOQ (Cantidad Económica de Pedido) reduce los costos operativos en las empresas. Los autores concluyeron en la revisión sistemática de estudios científicos y tesis que la implementación del EOQ puede llevar a una reducción de costos entre 1.91% y 75% en las empresas.

La referencia [8] consideró como objetivo determinar el impacto de los métodos ABC y EOQ en los sobrecostos de una empresa. Se utilizó el EOQ en combinación con otras herramientas, como el Punto de Reorden y el sistema Kanban. Los resultados mostraron que la propuesta de mejora basada en estas herramientas permitió reducir los costos operativos y generar beneficios económicos para la empresa, dando así un VAN de \$2,303.00 un TIR de 37.24% y un B/C de 3.8. En conclusión, la aplicación de los métodos ABC y EOQ para reducir los sobrecostos redujeron en \$20,675.60 los costos operativos, lo que significó una reducción de 95.98%.

### C. Problema

¿Cuál es el impacto del diseño de propuesta de EOQ sobre los costos de una empresa distribuidora de productos eléctricos?

### D. Objetivo General

Determinar el impacto del diseño de propuesta de mejora de EOQ sobre los costos de una empresa distribuidora de productos eléctricos.

### E. Hipótesis

El diseño de propuestas de mejora EOQ reducen los costos de una empresa distribuidora de productos eléctricos.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Diseño de la Investigación

La presente investigación es de carácter Experimental de grado Pre – Experimental, el presente trabajo de investigación es un diseño de propuesta de mejora, empleando el uso de herramientas

o Metodologías de ingeniería, previamente validadas en estudios extraídos de artículos científicos con resultados óptimos, siendo la población y muestra el área de almacén de una empresa distribuidora de productos eléctricos.

### B. Alternativas de Solución

Para poder resolver el problema identificado anteriormente, se plantearon 2 alternativas de solución de las cuales se seleccionó una herramienta. Véase Tabla 2.

TABLA 2

#### ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Problema	Alternativas de solución	
Quiebre de stock	ERP	EOQ

Los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERPs) cuentan con diversas características, entre ellas, la capacidad de planificar y controlar los recursos y actividades relacionadas con la compra, producción, envío y registro de un pedido.[1]

La cantidad económica de pedido (EOQ) es simplemente la cantidad de un artículo específico que se debe pedir al proveedor para alcanzar el óptimo en la suma de los costos de ordenar y mantener inventario.[3]

### C. Identificación y descripción de Restricciones Realistas

Para la elección de la mejor alternativa de solución se realizó la evaluación a través de restricciones realistas, las cuales funcionan como limitaciones propias de la empresa al momento de seleccionar la mejor alternativa de solución, teniendo en cuenta el objetivo del trabajo. Véase Tabla 3.

A continuación, se muestra las restricciones analizadas y su concepto:

- Económica: Costo total de implementación de la herramienta.
- Tiempo: Tiempo total que dura la implementación de la herramienta.
- Accesibilidad: Nivel de accesibilidad a la implementación de la herramienta.
- Usabilidad: Nivel de facilidad del uso de la herramienta por parte del encargado.
- Funcionabilidad: Nivel de cantidad de funciones que aporta la herramienta.
- Resistencia al cambio: Nivel de adaptación de la herramienta en diferentes periodos.

TABLA 3  
RESUMEN COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN  
PARA QUIEBRE DE STOCK

Restricciones	ERP	EOQ
Económica	\$15,861.11	\$795.83
Tiempo	66	29
Accesibilidad	35%	65%
Usabilidad	45%	75%
Funcionabilidad	84%	69%
Resistencia al cambio	64%	78%

Se realizaron cálculos matemáticos para evaluar la restricción económica y determinar el costo de implementación de cada herramienta. Estos cálculos se presentan de manera detallada en la Tabla 4 y Tabla 5, donde se muestran los costos asociados con la implementación de cada herramienta en términos de recursos financieros necesarios.

TABLA 4  
RESTRICCIÓN ECONÓMICA ERP

Descripción	Monto
<b>DISEÑO</b>	
Análisis de requerimientos	\$ 833.33
Personalización del ERP	\$ 1,666.67
Diagrama de actividades	\$ 222.22
Desarrollo de informes personalizados	\$ 416.67
<b>COSTO SUBTOTAL</b>	<b>\$ 3,138.89</b>
<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	
Licencias de Software	\$ 5,555.56
Instalación y configuración del ERP	\$ 1,666.67
Migración de datos	\$ 833.33
Prueba y ajustes	\$ 833.33
Reversa de contingencia	\$ 138.89
Útiles de Oficina	\$ 83.33
Hardware adicional	\$ 555.56
<b>COSTO SUBTOTAL</b>	<b>\$9,666.67</b>
<b>CAPACITACIÓN</b>	
Capacitación de usuarios	\$ 416.67
Capacitación de personal técnico	\$ 833.33
Soporte técnico inicial	\$ 833.33
Mantenimiento Anual	\$ 833.33
Manual de Usuario	\$ 138.89
<b>COSTO SUBTOTAL</b>	<b>\$ 3,055.56</b>
<b>COSTO TOTAL ERP</b>	<b>\$ 15,861.11</b>

TABLA 5  
RESTRICCIÓN ECONÓMICA EOQ

Descripción	Monto
<b>DISEÑO</b>	
Análisis de requisitos	\$ 166.67
Desarrollo de fórmulas	\$ 138.89
Análisis de costo de pedido	\$ 62.50
Análisis de costo de almacenar	\$ 50.00
<b>COSTO SUBTOTAL</b>	<b>\$ 418.06</b>
<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	
Configuración de plantilla EOQ	\$ 111.11
Integración de datos	\$ 83.33
Prueba y ajustes	\$ 83.33
Útiles de Oficina	\$ 11.11
<b>COSTO SUBTOTAL</b>	<b>\$ 288.89</b>
<b>CAPACITACIÓN</b>	
Capacitación en el uso de Excel	\$ 33.33
Capacitación en el modelo EOQ	\$ 55.56
<b>COSTO SUBTOTAL</b>	<b>\$ 88.89</b>
<b>COSTO TOTAL EOQ</b>	<b>\$ 795.83</b>

Se llevó a cabo un análisis detallado para evaluar la restricción de tiempo de implementación y se elaboraron cronogramas de actividades para determinar la duración estimada de la implementación de cada herramienta como se muestran en la Tabla 6 y Tabla 7.

TABLA 6  
RESTRICCIÓN DE TIEMPO ERP

Actividades Por Realizar	Duración (Días)
Análisis de requerimientos	5
Personalización del ERP	10
Diagrama de actividades	7
Desarrollo de informes personal.	5
Licencias de software ERP	3
Instalación y configuración ERP	7
Migración de datos	5
Pruebas y ajustes	7
Capacitación de usuarios	5
Capacitación personal técnico	7
Soporte técnico inicial	5
<b>Total</b>	<b>66</b>

TABLA 7  
**RESTRICCIÓN DE TIEMPO EOQ**

Actividades Por Realizar	Duración (Días)
<b>DISEÑO</b>	
Análisis de requisitos	5
Desarrollo de fórmulas	3
Análisis de costo de pedido	2
Análisis de costo de almacenar	2
<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	
Configuración de plantilla EOQ	4
Integración de datos	3
Prueba y ajustes	4
Útiles de Oficina	1
<b>CAPACITACIÓN</b>	
Capacitación en el uso de Excel	3
Capacitación en el modelo EOQ	2
<b>Total</b>	<b>29</b>

Para evaluar la restricción de accesibilidad, se llevó a cabo la elaboración de encuestas específicas dirigidas al gerente de la empresa. Estas encuestas tenían como objetivo evaluar el nivel de accesibilidad para la implementación de cada herramienta en particular. Para obtener los resultados de accesibilidad de cada herramienta, se aplicó un enfoque basado en la escala Likert en el cuestionario como se muestran en Tabla 8 y Tabla 9.

TABLA 8  
**RESTRICCIÓN DE ACCESIBILIDAD ERP**  
**CUESTIONARIO ACCESIBILIDAD ERP**

- 1- En una escala del 1 al 5, siendo 1 "totalmente inadecuado" y 5 "muy adecuado", ¿cómo evaluaría la disponibilidad de recursos financieros para implementar un sistema ERP en su empresa y resolver los problemas de stock?
- 2- En una escala del 1 al 5, siendo 1 "totalmente inadecuado" y 5 "muy adecuado", ¿cómo evaluaría la capacidad tecnológica actual de su empresa para adoptar un sistema ERP y gestionar eficientemente el stock?
- 3- En una escala del 1 al 5, siendo 1 "totalmente inadecuado" y 5 "muy adecuado", ¿cómo evaluaría la disponibilidad de recursos humanos capacitados en su empresa para implementar y utilizar un sistema ERP de manera efectiva mejorando así la gestión del stock?
- 4- En una escala del 1 al 5, siendo 1 "muy poco probable" y 5 "muy probable", ¿cómo evaluaría la disposición de gerencia y los empleados para invertir tiempo y esfuerzo en la implementación de un sistema ERP de permita solucionar los problemas de stock de manera eficiente?

TABLA 9  
**RESTRICCIÓN DE ACCESIBILIDAD EOQ**  
**CUESTIONARIO ACCESIBILIDAD EOQ**

- 1- En una escala del 1 al 5, donde 1 es "muy difícil" y 5 es "muy fácil", ¿qué tan fácil crees que sería aprender a utilizar el ERP para gestionar y controlar el inventario de manera eficiente?

2- En una escala del 1 al 5, donde 1 es "muy poco intuitivo" y 5 es "muy intuitivo", ¿qué tan intuitivo crees que sería el sistema de navegación y las funciones del ERP para realizar tareas relacionadas con el control de stock?

3- En una escala del 1 al 5, donde 1 es "muy poco eficiente" y 5 es "muy eficiente", ¿qué tan eficiente crees que sería el ERP para ayudarte a mantener un seguimiento preciso de los niveles de inventario y evitar problemas de stock?

4- En una escala del 1 al 5, donde 1 es "muy complicado" y 5 es "muy sencillo", ¿qué tan sencillo crees que sería para ti utilizar el ERP para generar informes detallados sobre el inventario y analizar la demanda de productos para prevenir escasez o exceso de stock?

Para esta restricción de usabilidad, se llevaron a cabo encuestas dirigidas a los empleados de la empresa con el fin de determinar el nivel de facilidad de uso de cada herramienta. Con el puntaje promedio obtenido y el valor asignado a cada pregunta se logró calcular el porcentaje total que refleja la usabilidad de cada herramienta según la opinión de los empleados. Véase Tabla 10 y Tabla 11.

TABLA 10  
**RESTRICCIÓN DE USABILIDAD ERP**  
**CUESTIONARIO USABILIDAD ERP**

1- En una escala del 1 al 5, donde 1 es "muy difícil" y 5 es "muy fácil", ¿qué tan fácil crees que sería aprender a utilizar el ERP para gestionar y controlar el inventario de manera eficiente?

2- En una escala del 1 al 5, donde 1 es "muy poco intuitivo" y 5 es "muy intuitivo", ¿qué tan intuitivo crees que sería el sistema de navegación y las funciones del ERP para realizar tareas relacionadas con el control de stock?

3- En una escala del 1 al 5, donde 1 es "muy poco eficiente" y 5 es "muy eficiente", ¿qué tan eficiente crees que sería el ERP para ayudarte a mantener un seguimiento preciso de los niveles de inventario y evitar problemas de stock?

4- En una escala del 1 al 5, donde 1 es "muy complicado" y 5 es "muy sencillo", ¿qué tan sencillo crees que sería para ti utilizar el ERP para generar informes detallados sobre el inventario y analizar la demanda de productos para prevenir escasez o exceso de stock?

TABLA 11  
**RESTRICCIÓN DE USABILIDAD EOQ**  
**CUESTIONARIO USABILIDAD EOQ**

1- En una escala del 1 al 5, siendo 1 "muy difícil" y 5 "muy fácil", ¿qué tan fácil crees que sería utilizar la herramienta EOQ para gestionar el inventario y evitar problemas de stock en nuestra empresa?

2- ¿Cuánta confianza tienes en que la herramienta EOQ te proporcionaría información precisa y confiable sobre los niveles de inventario óptimos? Por favor, selecciona una opción en una escala del 1 al 5, siendo 1 "ninguna confianza" y 5 "total confianza".

3- ¿Qué tan cómodo te sentirías utilizando la herramienta EOQ en tu día a día laboral? Selecciona una opción en una escala del 1 al 5, siendo 1 "muy incómodo" y 5 "muy cómodo".

4- ¿Cuánto valor agregado crees que la herramienta EOQ proporcionaría a tu trabajo diario en términos de evitar problemas de stock y optimizar la gestión de inventario? Por favor, selecciona una opción en una escala del 1 al 5, siendo 1 "ningún valor agregado" y 5 "gran valor agregado".

Para evaluar la restricción de funcionalidad, se llevaron a cabo encuestas dirigidas a los trabajadores de la organización. Estas encuestas se diseñaron utilizando preguntas tipo escala Likert, donde los participantes calificaron diferentes aspectos relacionados con la funcionalidad de la herramienta. Este enfoque permitió obtener un puntaje ponderado que reflejaba la funcionalidad de cada herramienta según la percepción de los empleados. Véase Tabla 12 y Tabla 13.

**TABLA 12**  
**RESTRICCIÓN DE FUNCIONABILIDAD ERP**  
**CUESTIONARIO FUNCIONABILIDAD ERP**

- 1- En una escala del 1 al 5, donde 1 es "nada efectivo" y 5 es "muy efectivo", ¿cómo evaluarías la capacidad del sistema ERP propuesto para mantener un registro preciso y actualizado del inventario?
- 2- En qué medida crees que el uso del sistema ERP mejorará la comunicación y coordinación entre los departamentos de compras, almacén y ventas para prevenir problemas de stock? Por favor, indica tu respuesta en una escala del 1 al 5 donde 1 es "no mejorará en absoluto" y 5 es "mejorará significativamente".
- 3- ¿Cómo consideras que la implementación del ERP facilitará la identificación de patrones de demanda y pronósticos de ventas más precisos para evitar la falta o exceso de stock? Utiliza una escala del 1 a 5, donde 1 representa "no facilitará en absoluto" y 5 representa "facilitará enormemente".
- 4- En una escala del 1 al 5, ¿cuánto valoras la capacidad del ERP para generar alertas automáticas cuando los niveles de stock están bajos o se agotan?, donde 1 es "muy poco importante" y 5 "muy importante"

**TABLA 13**  
**RESTRICCIÓN DE FUNCIONABILIDAD EOQ**  
**CUESTIONARIO FUNCIONABILIDAD EOQ**

- 1- En una escala del 1 al 5, donde 1 es "nada efectivo" y 5 es "muy efectivo", ¿cómo evaluarías la capacidad de la herramienta propuesta para mantener un registro preciso y actualizado del inventario?
- 2- En qué medida crees que el uso de la herramienta mejorará la comunicación y coordinación entre los departamentos de compras, almacén y ventas para prevenir problemas de stock? Por favor, indica tu respuesta en una escala del 1 al 5 donde 1 es "no mejorará en absoluto" y 5 es "mejorará significativamente".
- 3- En una escala del 1 al 5, ¿qué tan importante consideras que sea la capacidad de la herramienta para ofrecer pronósticos de demanda y sugerencias de compra basadas en análisis de datos históricos y tendencias? Utiliza una escala del 1 al 5, donde 1 representa "no es importante" y 5 representa "muy importante".
- 4- En una escala del 1 al 5, ¿Hasta qué punto crees que el modelo EOQ contribuirá a optimizar los procesos de gestión de inventario, reduciendo la falta de productos y garantizando una mejor planificación de las compras? Indica tu respuesta, donde 1 es "en ningún punto" y 5 es "en un alto punto y de manera significativa".

Se realizaron encuestas dirigidas a los trabajadores para evaluar la restricción de resistencia al cambio, que implica el nivel de sostenibilidad de la herramienta y qué tanto esta puede perdurar con el pasar del tiempo. Véase Tabla 14 y Tabla 15.

**TABLA 14**  
**RESTRICCIÓN DE RESISTENCIA AL CAMBIO ERP**  
**CUESTIONARIO RESISTENCIA AL CAMBIO ERP**

- 1- En una escala del 1 al 5, donde 1 es "muy poco dispuestos" y 5 es "muy dispuestos", ¿qué tan dispuestos estarían los empleados a adoptar la nueva herramienta para mejorar la gestión del stock en nuestra empresa?
- 2- En una escala del 1 al 5, donde 1 es "muy poco" y 5 es "mucho", ¿qué tanto creen los empleados que la implementación de la herramienta puede mejorar la eficiencia y precisión en el control de inventario?
- 3- En una escala del 1 al 5, donde 1 es "muy poco inseguros" y 5 es "muy seguros", ¿qué tan seguros se sienten los empleados de que la herramienta seleccionada pueda adaptarse a nuestras necesidades a largo plazo?
- 4- En una escala del 1 al 5, donde 1 es "muy preocupados" y 5 es "Nada preocupados", ¿qué tan preocupados están los empleados por la curva de aprendizaje y el tiempo que tomará familiarizarse con la nueva herramienta?

**TABLA 15**  
**RESTRICCIÓN DE RESISTENCIA AL CAMBIO EOQ**  
**CUESTIONARIO RESISTENCIA AL CAMBIO EOQ**

- 1- En una escala del 1 al 5, donde 1 es "muy poco dispuestos" y 5 es "muy dispuestos", ¿qué tan dispuestos estarían los empleados a adoptar la nueva herramienta para mejorar la gestión del stock en nuestra empresa?
- 2- En una escala del 1 al 5, donde 1 es "muy poco" y 5 es "mucho", ¿qué tanto creen los empleados que la implementación de la herramienta puede mejorar la eficiencia y precisión en el control de inventario?
- 3- En una escala del 1 al 5, donde 1 es "muy poco inseguros" y 5 es "muy seguros", ¿qué tan seguros se sienten los empleados de que la herramienta seleccionada pueda adaptarse a nuestras necesidades a largo plazo?
- 4- En una escala del 1 al 5, donde 1 es "muy preocupados" y 5 es "Nada preocupados", ¿qué tan preocupados están los empleados por la curva de aprendizaje y el tiempo que tomará familiarizarse con la nueva herramienta?

#### D. Selección de la mejor alternativa

Después de realizar un análisis comparativo de las alternativas de solución para cada problema y considerando como principal restricción la económica puesto que es de suma importancia para la implementación; se pudo determinar que la aplicación de EOQ es la óptima para reducir los quiebres de stock de la empresa. Véase Tabla 16.

**TABLA 16**  
**SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA**

Problema	Alternativa a	Alternativa b
Quiebres de stock	ERP	<u>EOQ</u>

### III. DISEÑO

#### A. EOQ (Cantidad Económica de Pedido).

##### 1. Fase 1: Pre – Implementación.

Se seleccionó y determinó las responsabilidades de las

personas que conformarán el equipo encargado de la implementación de la herramienta EOQ. Se estableció la información necesaria de cada artículo para su cálculo. Como la demanda anual, el costo unitario, el costo de pedido, el costo de mantener o almacenar y el lead time (tiempo de entrega).

También se consideraron las siguientes fórmulas. La Ecuación (1) es la fórmula de la cantidad optima de pedido y nos indica cuantas unidades debemos comprar de cada artículo. La ecuación (2) es la fórmula del número de pedidos de cada artículo en el año. La ecuación (3) es la fórmula del punto de reorden (ROP), esto indica la cantidad de artículos que se deben de tener en stock para realizar un nuevo pedido al proveedor.

$$EOQ \text{ ó } Q = \sqrt{\frac{2 \times \text{Demanda anual} \times \text{Costo de pedido}}{\text{Costo de mantener}}} \quad (1)$$

$$N^{\circ} \text{ de peddos} = \frac{\text{Demanda anual}}{Q} \quad (2)$$

$$ROP = (\text{Demanda diaria} \times \text{Lead Time}) + \text{Stock de Seguridad} \quad (3)$$

Además, se realizó el cálculo del costo de pedido como se muestran en la Tabla 17.

TABLA 17  
COSTO DE PEDIDO

Descripción	Cant.	U. M.	Costo Unit	Costo total
Mano de obra	1	Hora	\$ 2.60	\$ 2.60
Materiales desechables	2	Und	\$ 0.28	\$ 0.56
Energía Eléctrica	1.2	KW-H	\$ 0.56	\$ 0.67
Suministros	2	Und	\$ 1.11	\$ 2.22
Mant. de equipos (3%)	0.3	Hora	\$ 0.03	\$ 0.01
<b>Costo Total por Pedido</b>				<b>\$6.06</b>

Posteriormente, se realizó el cálculo de los costos incurridos por mantener o almacenar artículos como se muestra en la Tabla 18.

TABLA 18  
COSTO DE MANTENER

Descripción	Monto
Alquiler (Almacén: 50% del local)	\$ 416.67
Consumo promedio de Electricidad	\$ 16.67
Sueldo de obrero	\$ 500.00
Depreciación (1 laptop)	\$ 41.67
<b>Costo total de mantener</b>	<b>\$ 975.00</b>
Valor de inventario	\$ 9,508.33
<b>Porcentaje de mantener</b>	<b>10.25%</b>

## 2. Fase 2: implementación

Se realizó el cálculo de la herramienta EOQ, como se muestra

en la Tabla 19. Para lo cual se seleccionó los materiales que tienen mayor nivel de rotación en la empresa.

TABLA 19  
CÁLCULO DE EOQ

Materiales	Demanda anual	EOQ (und)	N° de Pedidos	Stock de Seguridad	Punto Reorden
Insectocutores	360	<b>28</b>	13	3	6
Interruptores difer.	720	<b>52</b>	14	5	10
Spot light	2520	<b>267</b>	10	18	36
Plafón led	1080	<b>138</b>	8	8	16
Linternas 10w	240	<b>34</b>	8	2	4
Linternas 20w	240	<b>22</b>	11	2	4
Luminarias E. IP65	300	<b>37</b>	9	3	6
Dado dimmer	360	<b>22</b>	17	3	6
Dado conmutador	720	<b>115</b>	7	5	10
Dado coaxial	840	<b>113</b>	8	6	12
Borneras 10A	180	<b>55</b>	4	2	4
Pilas recargables	240	<b>82</b>	3	2	4
Dicroicos led	1320	<b>335</b>	4	10	20
Placa antimicrobial	840	<b>63</b>	14	6	12

## 3. Fase 3: Post – Implementación

En esta etapa se lleva a cabo capacitaciones por parte del asesor y finalmente se realiza un formato de Lista de Verificación, cuyo control estará a cargo del Gerente General, con el fin de evaluar el cumplimiento de las actividades propuestas.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. Simulación

Se realizó la regresión lineal para determinar la relación entre las variables relacionadas con la implementación de la herramienta y simular el impacto que generaría la aplicación de la herramienta propuesta. (4)

$$y = ax + b \quad (4)$$

La referencia [7] menciona que, la organización debe determinar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización, y debe: a) determinar las entradas requeridas y las salidas esperadas de estos procesos; c) determinar y aplicar los criterios y los métodos (incluyendo el seguimiento, las mediciones y los indicadores del desempeño relacionados) necesarios para asegurarse de la operación eficaz y el control de estos procesos.

La referencia [6] menciona que, los clientes están más satisfechos cuando todos los artículos que ordenan se surten por completo y se envían a tiempo. Si falta incluso un artículo de línea en un pedido, los niveles de satisfacción del cliente se reducirán considerablemente. Por esta razón, una de las medidas de logística más populares es la tasa de cumplimiento de pedidos, que es el porcentaje de pedidos que se completan en su totalidad en la fecha

de envío prometida.

Como primer paso, se determinó las variables dependientes e independientes como se muestra en la Tabla 20.

TABLA 20  
DETERMINACIÓN DE VARIABLES

Variable dependiente:	<b>Y</b>	% Cumplimiento de pedidos
Variable independiente:	<b>X</b>	Cantidad de pedidos cumplidos

Como segundo paso, se verificó el coeficiente de determinación  $R^2$  de las variables dependiente e independiente, según los datos históricos recogidos de la empresa. Obteniendo como resultado  $R^2 = 0.8083$ , con lo cual se puede confirmar que podemos trabajar con nuestros datos. Véase Figura 1.

TABLA 21  
ANÁLISIS DE REGRESIÓN

	N°	Mes	Pedidos cumplidos (x)	Total de pedidos	% cumplimiento de pedidos (y)
Histórico	1	Ene	636	810	78.52%
	2	Feb	645	817	78.95%
	3	Mar	650	820	79.27%
	4	Abr	655	827	79.20%
	5	May	649	821	79.05%
	6	Jun	657	830	79.16%
Pronóstico (Simulado)	7	Jul	661	833	79.36%
	8	Ago	664	836	79.46%
	9	Set	668	840	79.55%
	10	Oct	671	843	79.64%
	11	Nov	675	846	79.73%
	12	Dic	678	850	79.83%
	13	Ene	682	853	79.92%
	14	Feb	685	857	80.01%
	15	Mar	689	860	80.09%
	16	Abr	692	863	80.18%
	17	May	696	867	80.27%
	18	Jun	699	870	80.36%

Se utilizó la información histórica de la empresa en estudio para determinar las variables dependientes (y) e independientes (x), abarcando el periodo desde enero hasta junio de 2023. Esto implicó analizar tanto el total de pedidos como los pedidos cumplidos de manera efectiva en cada mes (x) y calcular el porcentaje de cumplimiento de pedidos (y) a partir de estos datos. Luego, para los meses de julio 2023 a junio de 2024, se emplearon valores simulados basados en una regresión lineal de los datos existentes. Véase Tabla 21.

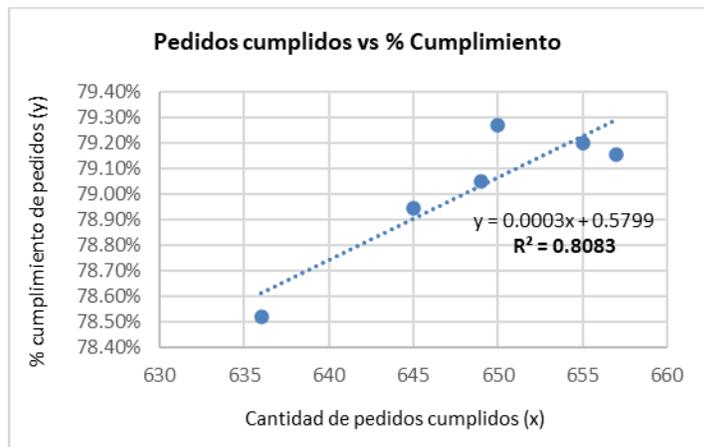


Fig.1 Resultados del análisis de regresión.

Como tercer paso, se usó un artículo como fuente de datos para realizar la simulación de nuestra herramienta. La implementación de la herramienta EOQ reduce un 48.14% anual, la cantidad de pedidos cumplidos. El indicador mensual trabajado es entonces 4.01% [2]. Véase Tabla 22.

TABLA 22  
SIMULACIÓN SEGÚN FUENTE

	Mes	Pedidos cumplidos Sin técnica	Pedidos cumplidos Con técnica	% Cumplimiento de pedidos Sin técnica	% Cumplimiento de pedidos Con técnica	% Valor Estándar
Mes actual	Jun	657	657	79.16%	79.16%	100%
	Jul	661	687	79.36%	82.55%	100%
Simulación	Ago	664	691	79.46%	82.64%	100%
	Set	668	695	79.55%	82.74%	100%
	Oct	671	698	79.64%	82.84%	100%
	Nov	675	702	79.73%	82.93%	100%
	Dic	678	706	79.83%	83.03%	100%
	Ene	682	709	79.92%	83.12%	100%
	Feb	685	713	80.01%	83.21%	100%
	Mar	689	716	80.09%	83.31%	100%
	Abr	692	720	80.18%	83.40%	100%
	May	696	724	80.27%	83.49%	100%
	Jun	699	727	80.36%	83.58%	100%

### B. Evaluación económica

De la misma manera se muestra el resumen del beneficio económico, ascendiendo en total a \$2,948.93, para un periodo de estimación de 12 meses. Véase Tabla 23.

TABLA 23  
RESUMEN DE BENEFICIO ECONÓMICO

Concepto	Total Jul 2023 – Jun 2024
Pérdida sin técnica	\$18,595.39
Pérdida con técnica	\$15,646.46
<b>Beneficio Estimado</b>	<b>\$2,948.93</b>

Para este análisis primero se identificaron los egresos de la

implementación por el diseño, implementación, capacitación y mantenimiento de mejora continua. Luego se muestran los beneficios mensuales obtenidos de la simulación tras aplicar cada una de las herramientas en un periodo de 12 meses. Por último, se obtiene el flujo mensual de caja. Véase Tabla 24.

TABLA 24  
FLUJO DE CAJA MENSUAL EXPRESADO EN SOLES

MES	Jun 2023	Jul 2023	Ago 2023	Set 2023	Oct 2023	Nov 2023	Dic 2023
	0	1	2	3	4	5	6
<b>EGRESOS</b>							
Diseño	\$418.06						
Implementación	\$288.89						
Capacitación	\$88.89						
Mantenimiento		\$27.78	\$27.78	\$27.78	\$27.78	\$27.78	\$27.78
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>\$795.83</b>	<b>\$27.78</b>	<b>\$27.78</b>	<b>\$27.78</b>	<b>\$27.78</b>	<b>\$27.78</b>	<b>\$27.78</b>
<b>BENEFICIOS</b>							
EOQ		\$234.47	\$234.47	\$243.49	\$243.49	\$243.49	\$243.49
<b>TOTAL BENEFICIOS</b>		<b>\$234.47</b>	<b>\$234.47</b>	<b>\$243.49</b>	<b>\$243.49</b>	<b>\$243.49</b>	<b>\$243.49</b>
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>-\$795.83</b>	<b>\$206.69</b>	<b>\$206.69</b>	<b>\$215.71</b>	<b>\$215.71</b>	<b>\$215.71</b>	<b>\$215.71</b>

MES	Ene 2024	Feb 2024	Mar 2024	Abr 2024	May 2024	Jun 2024
	7	8	9	10	11	12
<b>EGRESOS</b>						
Diseño						
Implementación						
Capacitación						
Mantenimiento	\$27.78	\$27.78	\$27.78	\$27.78	\$27.78	\$27.78
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>\$27.78</b>	<b>\$27.78</b>	<b>\$27.78</b>	<b>\$27.78</b>	<b>\$27.78</b>	<b>\$27.78</b>
<b>BENEFICIOS</b>						
EOQ	\$252.51	\$252.51	\$252.51	\$252.51	\$243.49	\$252.51
<b>TOTAL BENEFICIOS</b>	<b>\$252.51</b>	<b>\$252.51</b>	<b>\$252.51</b>	<b>\$252.51</b>	<b>\$243.49</b>	<b>\$252.51</b>
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>\$224.73</b>	<b>\$224.73</b>	<b>\$224.73</b>	<b>\$224.73</b>	<b>\$215.71</b>	<b>\$224.73</b>

TABLA 25 INDICADORES FINANCIEROS	
TMAR	1.67%
VAN	\$1,553.33
TIR	25.04%
B/C	2.42
VAN Beneficios	\$2,648.94
VAN Egresos	\$1,095.62

En este análisis, se ha utilizado una Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR) del 1.67% para evaluar la rentabilidad de la inversión. Según los indicadores financieros en la Tabla 25, el proyecto es rentable ya que los beneficios superan los costos. Y se demuestra que la implementación de la herramienta EOQ tendrá un impacto financiero favorable para la empresa.

### C. Discusión de resultados

Con respecto al problema de quiebras de stock en la Figura 2, se muestra la evolución del indicador de % de cumplimiento de pedidos en el tiempo simulado, teniendo como partida o mes 0 a junio del año 2023. Se puede notar la tendencia alcista, lo cual culmina con la llegada al valor de 83.58% en el mes de junio del año 2024.

La referencia [2] menciona que, la aplicación de la herramienta EOQ y otros métodos genera una disminución del 38% de los costos globales en un periodo de un año. Así mismo, la referencia [6] indica que, la aplicación de la herramienta EOQ y otros métodos genera una reducción de costos del 95.98% en un periodo de un año. La referencia [2] menciona que, la implementación del EOQ puede llevar a una reducción de costos entre 1.91% y 75% en las empresas. Sin embargo, en el presente estudio se lograría una disminución de los costos en un 16% con la simulación de la técnica, respecto a los costos sin la técnica, también en un periodo de un año según lo estimado. Véase Figura 2.

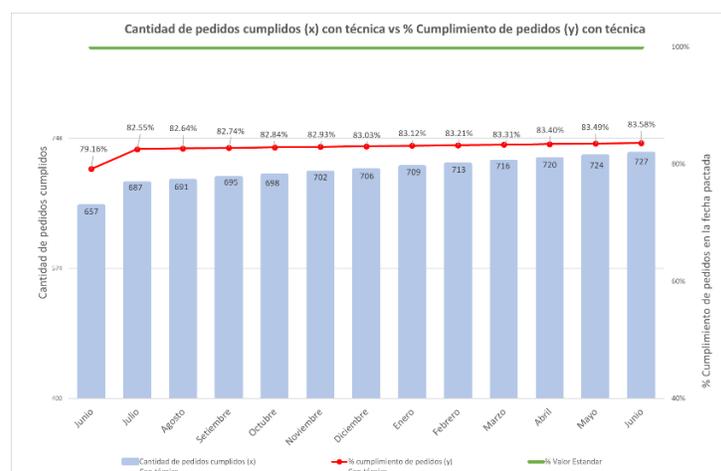


Fig. 2 Resultados de simulación del indicador de % de cumplimiento de pedidos.

La referencia [6] menciona que, mediante la aplicación de las herramientas ABC, EOQ y programación lineal obtuvieron un beneficio/costo de 2.86. Por el lado de este estudio, se proyecta obtener un beneficio/costo de 2.42, que se asemeja a lo mencionado anteriormente por los autores.

### D. Conclusiones.

- El diagnóstico de la situación actual del área de almacén y logística reveló problemas significativos que están afectando el desempeño y los costos de la empresa. Los quiebras de stock han generado un gasto a la compañía y han impactado negativamente en la eficiencia operativa. En la Tabla 1, se muestran los costos del problema quiebras de stock, siendo \$1,560.14 al mes.
- Tras el análisis de restricciones realistas de carácter económico, tiempo, accesibilidad, funcionabilidad, sostenibilidad, usabilidad y resistencia al cambio; se seleccionó la herramienta EOQ, como se muestra en la Tabla 16 y se diseñó a través de fases de pre implementación, implementación y post implementación.
- Se organizó el diseño propuesto de la herramienta EOQ, con estándares de ingeniería indicados en la Norma ISO 9001:2015 y se determinó como indicador para esta herramienta: %

cumplimiento de pedidos. También se definió el estándar de 100% de porcentaje de cumplimiento de pedidos en la fecha pactada, siendo el actual 79.16% y se espera obtener un valor simulado de 83.58%. Véase Tabla 22.

- Se determinó el impacto económico para la propuesta de diseño sobre el problema identificado. En la Tabla 23, se muestra que para el problema quiebres de stock y su alternativa de solución EOQ, generaría un beneficio económico de \$2,948.93 a favor de la empresa.
- El impacto del diseño de propuesta de mejora de EOQ sobre los costos de una empresa distribuidora de productos eléctricos es positivo, según los indicadores económicos de Tabla 25 se obtuvo el costo / beneficio calculado, por cada dólar invertido en el proyecto, se adquieren 2.42 dólares de beneficio. Además, el VAN obtenido para el proyecto es de \$1,553.33, lo que indica también, que el proyecto generará un valor positivo para la empresa. Asimismo, la TIR calculada es del 25.04%, lo cual muestra que el proyecto es rentable y ofrece un rendimiento superior a la TMAR establecida en 1.67%. El VAN de los beneficios generados por el proyecto se calcula en \$2,648.94; mientras que el VAN de los egresos relacionados con la implementación de las herramientas es de \$1,095.62. Esto muestra que los beneficios superan los costos, lo cual es una señal positiva para la viabilidad económica del proyecto.
- El presente caso de estudio pretende generar un modelo de estudio replicable, respaldado en los cálculos de regresión lineal, realizados para la simulación de la herramienta EOQ (Figura 1). Se obtuvo el coeficiente de determinación de las variables dependientes e independientes, basados en data histórica de la empresa, siendo considerando aceptable un valor mayor a 75%. Este estudio se centra en una empresa de tipo comercial como punto de partida, pero su aplicabilidad se extiende a empresas distribuidoras que enfrenten desafíos relacionados con la falta de inventario, lo que puede afectar tanto el flujo de sus procesos productivos como su salud financiera.

- [7] ISO 9001, N. (2015). Norma Internacional 9001: Sistemas de Gestión de la Calidad-Requisitos. In Norma Internacional: Vol. Quinta Edición. [http://www.congresoson.gob.mx:81/Content/ISO/documentos/ISO\\_9001\\_2015.pdf](http://www.congresoson.gob.mx:81/Content/ISO/documentos/ISO_9001_2015.pdf)
- [8] Lozano Flores, R. F. (2020). Propuesta del sistema de gestión de almacén según el método ABC y EOQ para reducir los sobrecostos en la empresa Novavida Contratistas S. A. C., Trujillo-2020. UPN, 0–116. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27670>
- [9] Meregildo Anticona, M. J. (2020). "La gestión de inventarios en empresas comerciales para aumentar su Rentabilidad": Una Revisión Sistemática entre el 2009 - 2019. UPN, 24. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25857>
- [10] Roca Rodrigo, M. S., & Vilela Villanueva, C. A. (2021). Propuesta de mejora de gestión de almacenes, compras y distribución aplicando ABC, EOQ y programación lineal para reducir sobrecostos de almacenes Solano S.A.C. Trujillo. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29015>

## REFERENCIAS

- [1] Alvarado, C. F. (2020). Impacto de la implementación de un ERP en las microempresas. Una revisión sistemática de la literatura científica, 2010-2019. UPN, 27. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27291>
- [2] Araujo Cardoza, P. J., & Bullon Flores, J. C. (2021). "Aplicación de métodos para una óptima gestión de inventarios en un almacén de repuestos", un estudio de revisión sistemática. UPN, 0–116. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25724>
- [3] Contreras, A., Escalante, M., Cortes, I., & Baños, F. (2019). Modelo de lote económico de pedido EOQ en el inventario de partes de servicio automotriz. Ingeniería y Conciencia Boletín Científico de La Escuela Superior Ciudad Sahagún, 6(12). <https://doi.org/10.29057/escs.v6i12.4159>
- [4] Contreras Suárez, J. F., & Flores Rojas, P. S. (2019). "Revisión sistemática del estudio de ventajas que tiene la implementación de un sistema de gestión de inventarios para las empresas comerciales en la ciudad de Lima". Una revisión de literatura científica Trabajo. UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25654>
- [5] Daza Pacheco, C. M., & Rafael Julca, S. L. (2020). "Técnicas de gestión de inventarios y su influencia en los costos operativos de las empresas": Una revisión de la literatura científica en el periodo 2010-2020. UPN, 8. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25654>
- [6] Garrett, T. (2013). Business Ratios and Formulas: A comprehensive guide by Steven Bragg. Journal of business & finance librarianship, 18(3). <https://doi.org/10.1080/08963568.2013.794588>