



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE ADMINISTRACIÓN

Modelo EOQ con faltantes para la optimización del costo total de inventario
en la empresa Sodimac, Lima, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Licenciado en Administración

AUTORES

Jean Marco Sánchez Amasifuen

John Alexander Puerta Amasifuen

ASESOR

Dr. Nerio Janampa Acuña

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Gestión de organizaciones

LIMA – PERU

Año 2018 - II

 UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

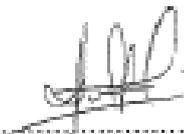
El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don John Alexander Puerto Amasifuen cuyo título es: "Modelo EOQ con faltantes para la optimización del costo total de inventario en la empresa Sodímac, Lima, 2018".

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:.....17..... (Número)
DIECISIETE (Letras).

Lima, San Juan de Lurigancho, 15 de Diciembre del 2018.

.....

 PRESIDENTE

.....

 SECRETARIO

.....

 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-FR-03.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don Jean Marco Sanchez Amasifuen cuyo título es: "Modelo EOQ con faltantes para la optimización del costo total de inventario en la empresa Sodimac, Lima, 2018".

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:.....*L.F.*..... (Número)
*DIECISIETE*..... (Letras).

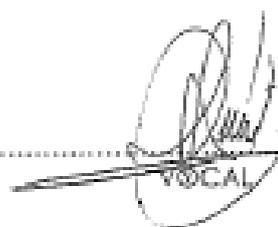
Lima, San Juan de Lurigancho, 15 de Diciembre del 2018.



.....
 PRESIDENTE



.....
 SECRETARIO



.....
 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Dedicatoria

A nuestras queridas familias, base motivadora de nuestro éxito, por su amor y apoyo incondicional.

Jean Sánchez Amasifuen y John Puerta Amasifuen.

Agradecimiento

Un especial agradecimiento a la Universidad César Vallejo, Facultad de Ciencias Empresariales, Escuela Profesional de Administración, por la calidad humana y profesional de sus docentes.

Declaración de autenticidad

Nosotros, Jean Marco Sánchez Amasifuen, con DNI 43464615 y John Alexander Puerta Amasifuen, con DNI 40119579, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ciencias Empresariales, Escuela Profesional de Administración, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 15 de Diciembre de 2018.



Jean Marco Sánchez
Amasifuen



John Alexander Puerta
Amasifuen

Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Modelo EOQ con faltantes y para la optimización del costo total de inventario en la empresa Sodimac, Lima, 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Administración de Empresas.

Esta tesis se ha elaborado sobre la base de la experiencia acumulada en nuestra carrera profesional, los conocimientos adquiridos durante nuestra preparación universitaria, asimismo dado nuestro interés personal y profesional por ahondar en esta línea de investigación. El presente trabajo es dividido en siete capítulos. En el Capítulo I, se realiza la introducción, en la cual se da a conocer la realidad problemática, los antecedentes a nivel nacional e internacional respecto de esta investigación, las bases teóricas relacionadas a la gestión de inventarios y gestión del aprovisionamiento, asimismo la formulación de problema, justificación de la investigación, hipótesis y objetivos. En el Capítulo II, se aborda el método empleado, el diseño de la investigación, como también la operacionalización de las variables, población y muestra, se detallan a su vez las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, método de análisis y aspectos éticos del trabajo. En el Capítulo III, se presentan los resultados o hallazgos obtenidos y se da respuesta a las hipótesis previamente planteadas. En el Capítulo IV, se lleva a cabo la discusión de resultados. En el Capítulo V, se muestran las conclusiones del estudio. En el Capítulo VI, se presentan las recomendaciones, en el Capítulo VII, las referencias bibliográficas, finalmente, en el Capítulo VIII se encuentran los anexos de la investigación.

Jean Marco Sánchez Amasifuen
John Alexander Puerta Amasifuen

Índice

Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Presentación	vii
Índice	viii
Índice de Tablas	x
Índice de Figuras	xi
Índice de Anexos	xii
Resumen	xiii
Abstract	xiv
I. INTRODUCCIÓN	15
1.1 Realidad problemática	16
1.2 Trabajos previos	18
1.2.1 Internacionales	18
1.2.2 Nacionales	21
1.3 Teorías relacionadas al tema	24
1.3.1. Variable independiente: Modelo EOQ con faltante	24
Procesos del Modelo EOQ con faltante	26
Proceso 1: Metodología ABC para inventarios	26
Supuestos del modelo de lote económico de pedido	28
Modelo EOQ con faltantes	30
Proceso 2: Cantidad óptima de pedido	31
Proceso 3: Número óptimo de pedido	33
Proceso 4: Tiempo de entrega de pedido	34
1.3.2. Variable dependiente: Costo total de inventarios	36
Gestión de inventarios	36
Costos de inventario	37
Dimensión de Costo total de inventarios	39
Dimensión 1. Costos de adquisición	39
Dimensión 2. Costos de pedido	39
Dimensión 3. Costos de mantenimiento	40
Dimensión 4. Costos de ruptura	40

Control de inventarios	44
1.4 Formulación del problema	45
1.5 Hipótesis	46
1.6 Objetivos	47
1.7 Justificación del estudio	48
II. MÉTODO	49
2.1 Diseño de investigación	50
2.2 Variables, Operacionalización	52
2.3 Población y muestra	55
2.3.1 Población	55
2.3.2 Muestra	56
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	56
2.4.1 Técnicas de investigación	56
2.4.2 Instrumentos de recolección de datos	57
2.4.3 Validez	57
2.4.4 Confiabilidad	58
2.5 Métodos de análisis de datos	59
2.6 Aspectos éticos	59
III. RESULTADOS	60
3.1. Resultados descriptivos	61
3.2. Resultados inferenciales	69
3.3 Otros hallazgos en la investigación	75
3.4 Beneficio del área logística con la aplicación del modelo	77
IV. DISCUSIÓN	80
V. CONCLUSIONES	83
VI. RECOMENDACIONES	86
VII. REFERENCIAS	89
VIII. ANEXOS	93

Índice de Tablas

Tabla 1 Indicadores actuales de la gestión de inventarios Sodimac	18
Tabla 2 Clasificación de costos de inventario	38
Tabla 3 Diseño pre experimental	50
Tabla 4 Variable independiente de la investigación: Modelo EOQ con faltante	53
Tabla 5 Variable dependiente de la investigación: Costo total de inventarios	54
Tabla 6 Validación por juicio de expertos de la variable dependiente	58
Tabla 7 Clasificación de artículos según método ABC	61
Tabla 8 Costo total de inventarios actual vs costo total de inventario propuesto	62
Tabla 9 Costo de adquisición actual vs costo de adquisición propuesto	63
Tabla 10 Costo de pedido actual vs costo de pedido propuesto	64
Tabla 11 Costo de mantenimiento actual vs costo de mantenimiento propuesto	65
Tabla 12 Costo de ruptura actual vs costo de ruptura propuesto	66
Tabla 13 Resumen de procesamiento de casos	67
Tabla 14 Pruebas de normalidad.	67
Tabla 15 Prueba de muestras independientes – Prueba de Levene	68
Tabla 16 Prueba de hipótesis U de Mann-Whitney – costo total	70
Tabla 17 Prueba de hipótesis U de Mann-Whitney – costo de adquisición	71
Tabla 18 Prueba de hipótesis U de Mann-Whitney – costo de pedido	72
Tabla 19 Prueba de hipótesis U de Mann-Whitney – costo de mantenimiento	73
Tabla 20 Prueba de hipótesis U de Mann-Whitney – costo de ruptura	74
Tabla 21 Emisiones de OC.	75
Tabla 22 Diferencia porcentual de emisión de OC	76
Tabla 23 Prueba de muestras independientes – Emisiones de OC	77
Tabla 24 Costo del programa de capacitación	78
Tabla 25 Cronograma de capacitación propuesto	78
Tabla 26 Indicador de capacitación	79

Índice de Figuras

Figura 1. Metodología ABC	61
Figura 2. Diferencias del costo total de inventario.	62
Figura 3. Diferencias del costo de Adquisición.	63
Figura 4. Diferencias del costo de Pedido.	64
Figura 5. Diferencias del costo de Mantenimiento.	65
Figura 6. Diferencias del costo de ruptura.	66

Índice de Anexos

Anexo 1 Matriz de Consistencia	94
Anexo 2 Indicadores actuales de la gestión de inventarios Sodimac.	95
Anexo 3 BD de Costo total - modelo actual y propuesto..	96
Anexo 4 BD de Costo de adquisición - modelo actual y propuesto.	97
Anexo 5 BD de Costo de pedido - modelo actual y propuesto..	98
Anexo 6 BD de Costo de mantenimiento - modelo actual y propuesto.	99
Anexo 7 BD de Costo de ruptura - modelo actual y propuesto.	100
Anexo 8 BD de emisión de OC - modelo actual y propuesto.	101
Anexo 9 Resumen de procesamiento de casos.	102
Anexo 10 Descriptivos	102
Anexo 11 Pruebas de normalidad.	103
Anexo 12 Referencia caja de bigotes.	103
Anexo 13 Prueba de Levene – Costo total de inventario	104
Anexo 14 Prueba U de Mann-Whitney – Costo total de inventario	104
Anexo 15 Prueba U de Mann-Whitney – Costo de pedido	105
Anexo 16 Prueba U de Mann-Whitney – Costo de mantenimiento	106
Anexo 17 Prueba U de Mann-Whitney – Costo de ruptura	107
Anexo 18 Prueba U de Mann-Whitney – Emisión de OC	108
Anexo 19 Variable independiente – Validador 1	109
Anexo 20 Firma del especialista V.I – Validador 1	110
Anexo 21 <i>Variable dependiente – Validador 1</i>	110
Anexo 22 <i>Firma del especialista V.D – Validador 1</i>	112
Anexo 23 <i>Variable independiente – Validador 2</i>	113
Anexo 24 <i>Firma del especialista V.I – Validador 2</i>	114
Anexo 25 <i>Variable dependiente – Validador 2</i>	115
Anexo 26 <i>Firma del especialista V.D – Validador 2</i>	116
Anexo 27 Porcentaje de similitud - Turniti	118
Anexo 28 Autorización de la empresa	117

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo principal determinar que el modelo EOQ con faltantes logra optimizar significativamente el costo total de inventarios en la empresa Sodimac para el periodo 2018, esto es posible a través del uso de la metodología ABC para la clasificación de artículos y un modelo de inventarios propuesto, denominado modelo EOQ o Lote Económico de Pedido con faltante. Se busca conocer la influencia en la optimización del costo total del inventario al obtener un equilibrio óptimo entre los costos relacionados al inventario, a su vez determinar el tamaño del lote a pedir y el número de pedido que debe realizar.

El diseño de la investigación fue pre experimental, de tipo aplicada y a un nivel explicativo, se obtiene una población de 174 ítems en la familia de iluminación, la muestra fue de 19 materiales debido al tipo de muestreo del cual es no probabilística. Se utilizó la técnica de datos cuantitativos y el instrumento fue un análisis documental.

En la parte descriptiva se arribó los costos relacionados al inventario, en el modelo de la actual gestión de inventarios se obtuvo una cifra que asciende a S/ 1, 399,217 soles mientras que con la aplicación del modelo EOQ con faltante el costo de inventario se optimiza a a S/ 771,255 soles lo cual permite hallar una oportunidad en cuanto a ahorros. Concluimos que existe predominancia de rangos positivos puesto que el valor de p es 0,024 menor que α y en base a los resultados obtenidos de la prueba estadística realizada, se rechaza la hipótesis nula para así admitir la hipótesis del investigador, es decir, el modelo EOQ con faltante optimiza significativamente en el costo total de inventario en la empresa Sodimac, Lima 2018.

Finalmente, se concluye que el modelo EOQ con faltante sí logra optimizar el costo total de inventarios de la empresa evaluada, puesto que se obtiene un ahorro anual de S/ 627,962 soles, se obtiene un ahorro de 44.88%, el costo de implementación de la capacitación asciende a S/ 4,200 soles, haciendo viable económicamente este modelo dentro de la gestión de inventarios.

Palabras clave: Gestión de inventarios, Modelo EOQ, Clasificación ABC.

Abstract

The main objective of this research is to determine that the missing EOQ model manages to significantly optimize the total cost of inventories in the Sodimac company for the 2018 period, this is possible through the use of the ABC methodology for the classification of articles and a model of proposed inventories, called EOQ model or Economic Order Lot with missing. The influence on the optimization of the total cost of the inventory is sought by obtaining an optimal balance between the costs related to the inventory, in turn determining the size of the lot to be ordered and the order number that must be made.

The research design was pre-experimental, applied type and at an explanatory level, we obtain a population of 174 items in the lighting family, the sample was 19 materials due to the type of sampling of which is not probabilistic. The quantitative data technique was used and the instrument was a documentary analysis.

In the descriptive part, the costs related to the inventory were arrived at. In the current inventory management model, a figure of S / 1,399,217 soles was obtained, while with the application of the missing EOQ model, the cost of inventory is optimized. aa S / 771,255 soles, which allows us to find an opportunity in terms of savings. We conclude that there is a predominance of positive ranges since the value of p is 0.024 less than α and based on the results obtained from the statistical test performed, the null hypothesis is rejected in order to admit the researcher's hypothesis, that is, the EOQ model with missing significantly optimizes the total cost of inventory in the company Sodimac, Lima 2018.

Finally, it is concluded that the missing EOQ model does manage to optimize the total cost of inventories of the evaluated company, since an annual saving of S / 627,962 soles is obtained, a saving of 44.88% is obtained, the cost of implementing the training amounts to S / 4,200 soles, making this model economically viable within inventory management.

Keywords: Inventory Management, EOQ Model, ABC Clasification.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

A nivel Latinoamérica, un caso que ejemplifica la necesidad de contar con una gestión de inventarios eficiente viene dada por la situación que se dio a partir del 2014 según lo señala Armelini (2016) dado que la industria retail en Chile entró en un periodo o etapa de desaceleración económica, donde el enfoque que tenían las empresas debía cambiar y ya no centrarse en ampliaciones o planes de expansión comercial, sino más bien en lograr eficiencias, márgenes y productividad de sus recursos. (p.9)

Vidal (2017) definió: “La gestión de inventarios son las labores que conllevan el control y manejo de los artículos, con el objetivo de decretar las políticas y parámetros de control para generar el SLA deseado en la forma más económica posible” (p. 37).

Asimismo, cabe mencionar que toda empresa a nivel internacional y local para dar continuidad al proceso de creación de valor para el cliente debe contar con el inventario necesario para satisfacer su demanda, y a razón de ello, presentarse escenarios en los cuales se pueda de tener un exceso de stocks que generan sobrecostos por capital de trabajo inmovilizado, caso contrario se presenta una situación de escasez o falta de stock, donde se incurre en ventas pérdidas, siendo esencial encontrar un equilibrio o métodos útiles para la gestión de inventarios, así como determinar las cantidades y número de veces a pedir un material para su reaprovisionamiento.

En el Perú, la ineficiente gestión de inventarios es una de las principales causas de quiebras de las pequeñas y medianas empresas, esto es debido a una falta de control de inventarios. Se precisa que 70 de cada 100 de las pequeñas y medianas empresas no sobreviven más allá de los 5 años dada su mala gestión de inventarios. Si esta realidad problemática está presente en dichos agentes económicos resulta esencial conocer cuál es la situación actual respecto de la gestión de inventarios, en una empresa retail consolidada, que se asume más estandarizada y compleja (América Economía, 2017) párr.3).

Ante ello, se analiza la empresa Sodimac, esto debido a que esta empresa pertenece al Grupo Falabella lo cual en el 2014 con la adquisición de las tiendas Maestro logra captar el 70% de participación en el sector de mejoramiento del hogar (Equilibrium

Clasificadora de riesgos, “Análisis del sector: Supermercados, Tiendas por departamento y mejoramiento del hogar”, p. 7).

Sodimac lleva a cabo actividades de comercialización y distribución de productos de decoración y construcción, los cuales abastece a diversas industrias, tales como infraestructura, servicios de ingeniería, mantenimiento y proyectos en general, entre otros subsectores y dada la diversidad y complejidad de accesorios con los que cuenta en inventarios, debe buscar de forma constante la optimización o mejora en su gestión de inventarios, el cual es un ámbito de gestión crítico para la empresa puesto que el giro de negocio está basado en proveer de materiales a los proyectos de diversos clientes corporativos e individuales, esto amerita una óptima gestión logística de sus materiales más críticos o de mayor demanda. La empresa efectúa sus adquisiciones o compras locales con distribuidores minoristas y mayoristas y a través de sus importaciones, esto muchas veces propicia a la urgencia de las compras ante la falta de planificación y control en la gestión del inventario.

A la fecha de realización del presente estudio, se detectó que en la empresa Sodimac determinadas falencias relacionadas a la gestión de inventarios, esto se muestra a través de un síntoma observable en el aumento del inventario en promedio del 22% según la data del periodo anual 2017 (periodo anterior S/1,091,389.26), lo cual puede evidenciar incrementos innecesarios o no planificados de forma recurrente, este hecho puede ser optimizado en función de conocer la demanda histórica. Se evidencia la falta de un modelo de gestión de inventarios definido y adecuado, ya que ésta se realiza de forma empírica. Asimismo, se muestra una tasa nula de capacitación, esto es, la falta de capacitación en materia de gestión de inventarios al personal de la empresa.

La problemática es reflejada a su vez mediante indicadores relacionados a la ineficiente gestión de inventarios, con el objetivo de que al término de la investigación los indicadores actuales presentados puedan ser optimizados o mejorados de manera que se cumpla satisfactoriamente con demostrar la viabilidad de la presente investigación basada en un modelo probabilístico para la gestión de inventarios así lograr la optimización del costo total de inventario de la empresa. Ver tabla 1.

Tabla 1

Indicadores actuales de la gestión de inventarios Sodimac

Descripción	Indicador	Valor
Costo total de inventario de artículos críticos	$= \text{Costo de compra} + \text{Costo de mantenimiento} + \text{Costo de ordenamiento} + \text{costo de ruptura}$	S/ 1,399,217.00
Índice de capacitación al personal analizado	$= \frac{N^{\circ} \text{ Capacitados}}{\text{Total de personal del área}}$	0%

De acuerdo al planteamiento sugerido en la tabla 1, la problemática del manejo actual de la gestión de inventarios en la empresa Sodimac de Javier Prado, permitirá orientar su mejora a través de la aplicación de un modelo de planeación óptima. Para ello, la investigación propone utilizar el modelo EOQ con faltante porque busca optimizar el costo total de inventario en la empresa Sodimac de Lima para el periodo de estudio.

1.2 Trabajos previos

1.2.1 Internacionales

En el contexto internacional se pueden encontrar trabajos de investigación en países diversos, que contribuyeron para el entendimiento sobre las variables de estudio, a saber: el modelo EOQ con faltantes y el costo total de inventarios, las cuales son:

Nail (2016) en su investigación titulada: *Propuesta de mejora para la gestión de inventarios de sociedad repuestos España limitada*, para optar el título de Ingeniero Civil Industrial, en la Universidad Austral de Chile. El objetivo principal fue desarrollar una propuesta de mejora para la gestión de inventarios de una empresa de repuestos, mediante el estudio de la demanda y aplicación de la teoría de inventarios basada en el modelo básico de EOQ, para aumentar la eficiencia en la utilización de los recursos y minimizar los costos relacionados al inventario. Se consideró como base teórica a Winston (2004) respecto a modelos de inventario y Vidal (2010) a la determinación de los costos de inventario. El tipo de investigación fue aplicada, el diseño fue no experimental de corte transversal, de enfoque cuantitativo, la muestra estuvo conformada por 319 artículos para realizar el modelo desarrollado en menciones correspondientes a la categoría A. En la

parte descriptiva se inició con un diagnóstico de la situación actual, se analizó la base de datos de ventas, se determinaron los costos asociados al inventario, y finalmente se establecieron políticas de inventario de los productos críticos, a través del uso de fórmulas y métodos del modelo determinado. En total existen 102 productos con demanda de tipo determinística y 217 productos con demanda de tipo probabilística. A su vez, se determina que el costo de realizar una orden sin importar el tamaño del lote es de \$1,626 pesos. El costo de almacenar ascendía a un total de \$73,781 pesos por metro cúbico al año. Asimismo, se concluyó que posterior a la aplicación del modelo propuesto se redujeron los costos de un total de \$606,528,446 pesos anuales a \$603,283,017 pesos anuales, esto es, un ahorro de 0.53 por ciento anual. La variable estudiada originó una cantidad de información significativa al modelo, que de acuerdo con la prueba estadística de F-Fisher, resultó $F=396,45$ Sig. (bilateral) = 0.716; ($p \leq 0.05$) esto genera que no se puede rechazar la hipótesis nula sin embargo, esta investigación resulta en un aporte esencial a la consecución de esta investigación puesto que analiza y desarrolla una casuística similar a la realidad de una empresa comercializadora con complejidad y abundancia de artículos. Asimismo, con un escenario de demanda probabilística, y que presupone quiebres de stock durante el abastecimiento de cada material. Este escenario considerando demanda probabilística resulta en un aporte considerable para la presente investigación.

Esta investigación previamente mencionada representó un aporte importante para la investigación, ya que evidencia y reafirma los beneficios e importancia de hacer uso de modelos cuantitativos para la gestión de inventarios. Es decir, ratificó que el modelo EOQ dentro de una empresa da un soporte importante para la administración y el manejo estratégico de la empresa analizando las variables para encontrar la optimización de los recursos.

Rivera (2014) en su trabajo de investigación denominado: *Mejoramiento de la gestión de inventarios en el almacén de repuestos de la Empresa Andina de herramientas*, para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, en la Universidad Autónoma de Occidente de Colombia. El objetivo principal de su investigación fue realizar un análisis de los procedimientos llevados a cabo en el almacén de repuestos de una empresa, desde la recepción de los materiales hasta su despacho al área de producción, pasando por el proceso de control y gestión de inventario con la finalidad de identificar las posibles falencias que generaron la deficiente gestión de los inventarios. Se consideró como base

teórica al autor Fernández (2008) para el mejoramiento del control de inventarios. El tipo de investigación fue aplicada, el diseño no experimental y de carácter cuantitativo, la muestra estuvo conformada por el almacén de repuestos e insumos de la empresa Andina de Herramientas la cual fue analizada en dicha investigación. En la parte descriptiva se evidenció que los resultados fueron favorables posteriores a la implementación de la propuesta de mejora en cada una de las dimensiones señaladas, se logró reducir en un 16% el costo total de inventarios. Asimismo, se concluyó que la utilización de herramientas tales como análisis de la demanda, uso de flujogramas, el método ABC principalmente contribuyen al proceso de optimización de la gestión de inventarios de una organización. Esto posibilita su incorporación y aporte a la presente investigación dada la demostración en el uso de herramientas y logro del objetivo propuesto.

Dicha investigación contó con herramientas útiles para cumplir con el objetivo principal al permitir en primera instancia, la identificación de los artículos de mayor demanda e impacto económico, asimismo su criticidad, la naturaleza de su demanda y la forma de optimizar su gestión dentro del inventario de la empresa. Se pudo resaltar en la investigación la utilidad de la clasificación de los productos ABC siendo de cuantiosa importancia para el modelo EOQ, permitiendo analizar la demanda de los productos para la toma de decisiones.

Aguero (2013) en su trabajo de investigación titulado: *Definición de modelo de compra de repuestos de Janssen S.A.*, para optar el grado académico de Magister en Gestión y Dirección de empresas, en la Universidad de Chile. El propósito principal fue plantear el desarrollo de un modelo estratégico de compras de repuestos. Se consideró como base teórica a los autores Hair, Anderson, Tatham, y Black (1999) para los métodos de pronóstico utilizados y a los autores Chopra, Sunia y Meindl (2008) respecto al desarrollo del modelo EOQ. El tipo de investigación fue aplicada, el diseño no experimental y de enfoque cuantitativo, la muestra estuvo conformada por los items del inventario de alto impacto para el modelo, siendo aquellos de más alto costo, mayor rotación y para familias de producto estratégicamente importantes como rodados, baterías y elementos de desgaste. En la parte descriptiva, se evidenció un significativo nivel de repuestos sin rotación, el cual correspondía a un 25% del inventario total. Se determinó que un 43% es inventario mal comprado y en exceso. Y, el capital inmovilizado representa aproximadamente un 46% el inventario total. Se tomó como muestra el área

de compras de la empresa Janssen S.A. la cual fue analizada en dicha investigación. De esta manera, concluyó que mediante la evaluación realizada del uso del modelo se determinó que durante el primer semestre del año analizado se estimó reducir las compras en forma relevante o significativa, lo que asociado al comportamiento de venta esperado en dicho momento permitió reducir el nivel de inventario en un 25%, esto permitió liberar un importante capital de trabajo asignado al inventario y que durante el análisis estuvo inmovilizado.

La investigación mencionada anteriormente, representó un aporte importante para la investigación, evidenciando y reafirmando los beneficios e importancia de hacer uso de modelos cuantitativos para la gestión de inventarios. Además, la investigación menciona que el modelo EOQ busca ordenar los costos para la identificación y clasificación de inventarios y desarrollar estrategias de compras óptimas con el objetivo de reducir costos.

1.2.2 Nacionales

En el contexto nacional se pudo encontrar trabajos de investigación de universidades del ámbito nacional y con enfoques diversos, que también contribuyeron para el entendimiento sobre las variables de estudio, a saber: el modelo EOQ con faltantes y el costo total de inventarios, las cuales son:

Vergara (2017) presentó una investigación titulada: *Evaluación del control de inventarios del periodo 2016 y propuesta de un sistema de control para la empresa Incodiesel S.A.C en Chimbote-2017*, para optar por el título profesional de Contador Público, en la Universidad César Vallejo. El propósito principal fue desarrollar una evaluación del control de inventarios del periodo 2016 y propuesta de un sistema de control para la empresa Incodiesel S.A.C. Se consideró como bases teóricas sobre los inventarios a Zapata (2014), respecto a la importancia del control de inventarios se consideró a Backer (2008) y Guajardo (2011) para abordar sistemas para control de inventarios. El tipo de investigación fue descriptiva y propositiva, la muestra estuvo conformada por todos los documentos de control de productos del periodo 2016 de la empresa Incodiesel S.A.C. de Chimbote. En la parte descriptiva, se evidenció que el 80% de la inversión estuvo representado por 170 unidades o el 20% de los artículos analizados, mientras que el 15% de inversión por 195 unidades equivalentes al 30% de unidades,

finalmente el 5% de inversión por el 50% de artículos restantes o 302 unidades, esto muestra que la clasificación por su valor de inventarios se cumple de acuerdo al método ABC. Asimismo, se concluyó en dicha investigación que la empresa Incodiesel precisa de implementar el sistema de control de inventarios propuesto, ya que posibilita la obtención de información precisa y adecuada de cada artículo con el que dispone la empresa. Por tanto, se logró un mayor control al identificar un 20% de artículos ó 170 unidades que ocasionan el 80% de la inversión económica, siendo estas unidades las mismas que demandan mayor atención y cuidado para la empresa.

La investigación anterior, corroboró la importancia de contar con una metodología para el manejo de artículos como el método ABC, que contribuya al eficiente control de inventarios, de esta manera busca garantizar que cada categoría de artículo tendrá una política de inventarios, cuidado y atención respectiva considerando su valor económico. También, detalla la importancia de la clasificación de productos por el método ABC e identificando aquellos que nos brinda mayor valor económico. Además busca optimizar la gestión de inventarios para la empresa.

Kenneth (2016) en su trabajo de investigación titulado: *Propuesta de mejora en la cadena de suministros para reducir los costos en el área logística de la empresa Bermanlab*, para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial, en la Universidad Privada del Norte. El objeto principal fue minimizar los costos en el área logística de la empresa Bermanlab S.A.C, para ello, se evaluó en primera instancia todos los factores que afectaban la cadena de suministros como su impacto respectivo y se identificaron factores tales como: gestión de proveedores, canales de distribución a las sucursales, compras temporales, gestión de almacenes. Se consideró como base teórica a los autores Heizer y Render (2006) respecto de tipología de inventarios y Ferrán (2007) para abordar la gestión de almacenes. El tipo de investigación fue aplicada, con un diseño pre-experimental, la muestra estuvo conformado por ocho familias de artículos en un lapso de seis meses de información histórica. En la parte descriptiva, se determinó que la aplicación de la herramienta propuesta basada en el modelo EOQ fue práctica y económica, eliminando de esta manera el porcentaje elevado de compras urgentes que en los últimos seis meses generaron un monto de S/ 528,415.31 soles. Lo cual constituía un 25.5% de las compras totales. De esta manera, se concluyó que el uso del modelo EOQ sí pudo eliminar las compras urgentes obteniendo un inventario fluido al costo mínimo

posible, logrando obtener un ahorro de S/ 109,955.89 soles ó 5.32% de ahorro demostrable. Asimismo, se estructuró funciones y procedimientos para realizar compras a través formatos y manuales para el área logística, asimismo para proveedores, logrando así la estandarización.

Dicha investigación guarda relación con la mejora del servicio y la reducción de costos para una adecuada gestión del inventario, mostrando que el uso del modelo EOQ cumple el objetivo propuesto, dicha trabajo académico representa a su vez un aporte para esta investigación a modo de lograr beneficios económicos y operacionales en el área y en la empresa en general mediante su correcta aplicación. Además, nos permite validar la importancia de la aplicación del modelo EOQ en una empresa, ya que permitió disminuir costos en la gestión de inventarios logrando mejorar la operabilidad en el área.

Barreto (2015) en su trabajo de investigación titulado: *Modelos de control de inventarios para la reducción de costos de repuestos de mantenimiento en taladros de perforación offshore en la Provincia de Tumbes*, para optar el Grado de Maestro en Ingeniería con mención en Gerencia e Ingeniería de mantenimiento, en la Universidad Nacional de Ingeniería. EL propósito de esta investigación fue aminorar sobre la base de selección y aplicación de un modelo acerca de control de inventarios, los costos de los repuestos de mantenimiento de los taladros de perforación offshore en Tumbes. Se consideró como base teórica a los autores Manzini, Regattieri, Pham y Ferrari (2009) que desarrollaron los principales patrones para la caracterización de la demanda de repuestos, y los autores Molenaers, Baets, Pintelon y Waeyenbergh (2012) que plantearon el método de clasificación de items por criticidad. El tipo de investigación fue descriptiva y correlacional, puesto que se precisaba evaluar y analizar las relaciones de causa-efecto entre las variables modelo de control de inventario y reducir los costos de repuestos de mantenimiento en taladros de perforación offshore, la muestra estuvo conformada por los taladros PER21 y PER28, a sus almacenes en mar y al almacén central en tierra, por un periodo comprendido entre el 01 de abril del 2014 hasta el 31 de marzo del 2015. En la parte descriptiva, los resultados del análisis señalaron que alrededor del 70% del valor del material en almacén no era utilizado y que para los niveles de servicio próximos al 85% se obtuvo una disminución de costos en los artículos de mayor uso. Asimismo, se concluyó que el modelo EOQ sí logró una reducción de costos teóricos menores a los reales para las condiciones descritas, específicamente para los niveles de servicio menores

al 85%. Por tanto, se sostuvo que aplicando como herramienta un modelo de control de inventarios se reducirán los costos de repuestos de mantenimiento de los taladros de perforación offshore de la provincia de Tumbes, de acuerdo a los resultados obtenidos de la prueba estadística de t de Student, Sig. (Bilateral) = 0.000; ($p \leq 0.05$), lo cual dió validez necesario en el uso del modelo EOQ como solución viable.

En dicha investigación este modelo EOQ fue aplicado para la determinación de lotes óptimos de compra y niveles de inventario para los repuestos de taladro de perforación, siendo aplicable para cualquier tipo de material en cualquier tipo de organización, lo cual permite su aplicación y consideración en la presente investigación para evidenciar su utilidad y asimismo su aplicabilidad como se ha podido concluir. También, nos permitió confirmar que el modelo EOQ cuando es aplicada de la forma correcta en cualquier empresa los resultados serán beneficiosos, tanto para el valor económico y capital humano.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Variable independiente: Modelo EOQ con faltante

La gestión del aprovisionamiento tiene el propósito de satisfacer a clientes internos y externos de una empresa brindándoles productos en cantidades adecuadas, considerando la calidad, el tiempo y a precio accesible. Para ello se hace uso de sistemas de reabastecimiento de existencias, siendo ampliamente conocido el modelo EOQ, a continuación, se detallan autores que desarrollan al respecto de esta variable, y así comprender en mayor medida su aplicación y beneficios, a saber:

Escudero (2013) definió que:

La gestión de aprovisionamiento es el conjunto de operaciones que realiza la empresa para suministrar de los materiales necesarios cuando tiene que realizar las diligencias de fabricación o comercialización de sus productos. Comprende la planificación y gestión de compras. Y, la aplicación de técnicas que permitan mantener unas existencias mínimas de cada material. (p. 9)

Es importante remarcar la gestión de aprovisionamiento como necesaria para que la empresa logre sus objetivos logísticos, siendo una actividad de soporte esencial para el desarrollo y mantenimiento de toda empresa, esto enfocado precisamente en la gestión de

compras y la planificación debida a través del uso de técnicas y herramientas que garanticen contar con el material o producto cuando éste sea necesario.

Asimismo, Escudero (2013) sostuvo: “la gestión del aprovisionamiento está dada por adquirir productos a buena calidad, con buen precio, oportunamente y considerando a las mejores opciones de suministro para tal finalidad” (p. 9).

De lo mencionado anteriormente por el autor, se pudo concluir la necesidad de aplicación de modelos cuantitativos como es el caso del modelo EOQ, puesto que este permitió obtener el tamaño del lote óptimo de pedido, el punto de re orden y el costo total esperado de inventarios, en síntesis, información útil y necesaria para la correcta gestión del aprovisionamiento.

Mora (2016) afirmó: “en relación al modelo EOQ básico que este modelo es la fuente de todos los esquemas de cálculo para la compra de materias primas y de mercancías en las empresas de hoy” (p. 98).

La afirmación previamente realizada, fundamentó el uso del modelo EOQ para determinar el cálculo del costo total de inventario siendo útil para la adquisición de materias primas, bienes en proceso y productos terminados, constituyendo una herramienta básica para la adecuada gestión de inventarios. Asimismo, de acuerdo con Mora (2016) el modelo EOQ está compuesto de diversos factores, las cuales están determinadas por la cantidad óptima, el número óptimo de pedidos, el tiempo de entrega, la clasificación ABC de inventarios que constituyen aspectos fundamentales a calcular una vez se decida aplicar una política de inventarios basada en modelos cuantitativos para la gestión de inventarios.

Para Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013) señalaron:

Un buen punto de partida para equilibrar esas presiones antagónicas y determinar el mejor nivel del inventario de ciclo para un artículo consiste en calcular la cantidad económica de pedido (EOQ) del inglés economic order quantity; es decir, el tamaño del lote que permite minimizar los costos totales anuales por mantenimiento de inventario de ciclo y hacer pedidos. (p. 470)

Por tanto, la utilización del modelo EOQ para lograr la optimización del costo total de inventarios, esto se asocia a la buena gestión y control de inventarios en la empresa materia de análisis, es determinante para conseguir los objetivos deseados y propuestos en esta investigación, esto es, reducir el costo total de inventarios de la empresa dada la gestión empírica que viene realizado a la fecha el departamento encargado de logística.

Procesos del Modelo EOQ con faltante

Proceso 1: Metodología ABC para inventarios

Causado (2015) manifestó: “El proceso aplicado consiste en la clasificación de los productos manejados por la empresa con el método ABC, de acuerdo a la importancia de cada producto en el total de ventas, posteriormente, se aplicó el modelo EOQ” (p. 163).

De lo mencionado por dicho autor, se pudo inferir la importancia que tiene el uso del método ABC para los inventarios de cualquier organización, de manera que su correcta utilización contribuirá a la mejora en la clasificación de los productos, y representa un paso previo importante para la realización del modelo EOQ propuesto.

Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013) afirmaron:

El análisis ABC es un proceso que consiste en dividir los artículos en tres clases, de acuerdo con su uso monetario, de modo que los gerentes pueden concentrar su atención en los que tengan el valor monetario más alto. Este método es equivalente a la creación de una gráfica de Pareto, (...) excepto que se aplica a los inventarios y no a la calidad. (p. 469)

Como lo sostuvieron dichos autores el método ABC aplicado en la gestión de inventarios es útil para clasificar los artículos o existencias según su demanda y valor económico, de manera que se logre identificar a los artículos con mayor impacto económico del total, a su vez se dividirán en categorías, siendo los artículos denominados de tipo A, aquellos de mayor impacto y que requieren de un control estricto, luego los artículos de tipo B que precisan de controles normales de inventario y finalmente los artículos de tipo C con menor control, este método se basa en el principio de Pareto de 80/20.

El procedimiento frecuente para llevar a cabo la clasificación ABC en la gestión de

inventarios, de acuerdo con Vidal (2017) consideró:

Se debe recolectar la información suficiente de los artículos a evaluar, esto con respecto al costo unitario de los mismos como a la cantidad demandada en cierto período establecido para luego, se efectúa la multiplicación del costo unitario por la demanda unitaria del periodo para cada artículo, posteriormente, se realiza la sumatoria de los valores unitarios obtenido y se ordena de forma decreciente y por último se determina el porcentaje acumulado de cada artículo y se delimita hasta el porcentaje acumulado de 80%, siendo esos los artículos de tipo A que representan el mayor impacto económico, sucesivamente se delimita del 81% al 95%, estos artículos representarán la categoría B, finalmente el 5% restante lo conforman los artículos tipo C. (p. 25)

Por otra parte, para la implementación de un modelo basado en Lote Económico de Pedido (EOQ) es necesario conocer el tipo de demanda, la cual se divide según la literatura actual en demanda determinística o de tipo conocida y demanda probabilística o de tipo variable en el tiempo.

Vidal (2017) manifestó:

Un tipo de demanda denominada independiente es generada por entes externos a la compañía y para aplicar un modelo de inventarios y así satisfacer la demanda en el tiempo adecuado se debe conocer en primera instancia el tipo de demanda que presenta la empresa en relación de sus ventas o salidas de artículos. (p. 56)

De acuerdo a lo mencionado, conocer el tipo de demanda es fundamental previo a la aplicación o implementación de cualquier sistema o modelo de control de inventarios, siendo un aspecto considerado al momento de realizar la presente investigación.

Por tanto, resulta importante señalar los siguientes tipos de demanda, a modo de dar a conocer sus diferencias e identificar la correspondiente a esta investigación, según Vidal (2017) se consideró:

Demanda independiente: Es generada por entes externos a la empresa, como los clientes que compran productos terminados que está manufactura, es decir, productos finales.

Demanda dependiente: por el contrario, como su nombre lo indica, depende de

otras. El ejemplo más común es la demanda de materias primas y componentes generada por una demanda independiente de productos terminados. (p. 56)

Asimismo, este autor manifestó que la demanda independiente puede presentar dos posibles escenarios: determinística, es decir, conocida y constante, y probabilística, esto es, conocida pero que varía en el tiempo. Siendo así la aplicación del modelo básico EOQ es viable para escenarios donde la demanda es independiente y determinística. Para escenarios donde la demanda sea independiente y probabilística existirán adaptaciones del modelo.

Supuestos del modelo de lote económico de pedido

Para Causado (2015) definió:

El modelo EOQ se considera como el más sencillo y fundamental de todos los modelos de inventarios, dado que describe la relación entre los costos fijos y los costos de mantener el inventario, el cual tiene supuestos tales como la demanda del producto se asume es conocida, constante e independiente. El tiempo de abastecimiento es conocido y constante. El inventario se reabastece cuando llega a cero o a la llegada del lote de pedido y no existen descuentos por volumen de pedido. (p. 163)

Por lo mencionado por el autor, consideró que el modelo EOQ es imprescindible dentro de todos los modelos de inventarios, debido a que vincula relación entre los costos fijos y los costos de mantener el inventario, de las cuales toma en referencia la demanda del producto y el tiempo de aprovisionamiento.

De acuerdo con Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013) definieron:

El modelo EOQ o también denominado Lote Económico de Pedido, se definió como aquel modelo que se compone de un tamaño de lote a pedir que minimice los costos totales del inventario, con el costo mínimo de su mantenimiento o tenencia y el costo de su ordenamiento, ambos constituirán el menor costo total posible. (p. 471)

Por lo indicado por los autores, consideraron que el modelo EOQ para que pueda aportar con la minimización del costo total de inventario es necesario conocer que el

tamaño y/o la cantidad a pedir por cada artículo que se va a requerir.

Para Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013), consideró determinadas premisas para calcular la cantidad económica de pedido, a saber:

La demanda es conocida y constante, esto es, de tipo determinística además los costos del inventario están en función al costo de tenencia o mantenimiento y costo de ordenamiento o pedido, por ello, cada decisión de aprovisionamiento es independiente por producto y no existen restricciones en cuanto el tamaño del lote, adicional, el tiempo de entrega es conocido y constante y por último no se consideran órdenes pendientes. (p. 470)

De acuerdo con los supuestos señalados por dichos autores se desarrolló el modelo de Lote Económico de Pedido, también conocido como modelo EOQ. La expresión matemática básica del costo total de inventarios está representada por la sumatoria de los costos anteriormente señalados, los cuales pueden expresar algebraicamente según (Krajewski, Ritzman y Malhotra, 2013, p. 472).

$$CT = CT_M + CT_P$$

Dónde:

CT: Costo Total de inventarios

CT_M : Costo de mantenimiento o tenencia

CT_P : Costo de pedido u ordenamiento

En tanto, reemplazando donde corresponde cada valor, se obtiene que el costo total de inventario del ciclo, es igual a:

$$CT = C_M x \frac{Q}{2} + C_P x \frac{D}{Q}$$

Dónde:

CT: Costo Total de inventarios

C_A : Costo de adquisición unitario

D : Demanda del artículo

C_M : Costo de mantenimiento unitario anual

C_P : Costo de pedido unitario

Q : Cantidad de lote a pedir

Este modelo básico del EOQ puede variar en función al tipo de demanda que presenten los artículos analizados, sea de tipo determinística o probabilística. En el caso se presentó una demanda probabilística, es decir, de tipo conocida y variable se incorporan nuevos supuestos, los cuales son desarrollados por autores tales como (Kuster, 2013, p. 50-72), quien reformuló la expresión matemática del modelo EOQ adaptando conceptos tales como el costo de ruptura y/o función de pérdida.

Modelo EOQ con faltantes

Según Causado (2015) sostuvo:

La amplia aplicabilidad del modelo EOQ permite integrar otras variables a éste y de esta manera, facilita la obtención de datos mucho más cercanos a los que se dan en un flujo real de mercado, como la integración del EOQ con otros modelos que permitan el uso de una variable que nos aproxime al punto de reorden con la fecha de vencimiento de productos perecederos manejados por una organización. (p. 176)

Como lo sostiene el autor previamente citado el modelo EOQ es susceptible de adaptarse a otras situaciones, asimismo considerando otros supuestos que aumenten la complejidad o más próximos a la realidad empresarial de una organización, motivo por el cual da paso a la introducción de un nuevo modelo EOQ con faltantes.

De acuerdo con Kuster (2013) el modelo de lote económico de pedido con demanda probabilística, modelo EOQ con faltantes, mantiene el objetivo principal de reducir el costo de inventario total de la empresa y considera el costo del inventario faltante dado que parte de las premisas o supuestos de este modelo considera que si existe escasez o desabastecimiento. A continuación, se señalan los siguientes factores:

La interrupción de la producción con la consecuente pérdida de la contribución marginal de las ventas relacionadas, también se afecta por el incumplimiento en las entregas que implican posibles bajas de ventas futuras y sobretodo pago de reclamos por la vía de rebaja de precios, se genera además por los retrasos en los pagos recibidos y por último, posibles desperdicios de tiempo de trabajo si el faltante no fue advertido a tiempo. (p. 58)

De acuerdo con los supuestos señalados por los autores líneas arriba se procedió a desarrollar el modelo EOQ con faltantes o también denominado modelo de costo con faltante en la presente investigación, ya que considera el tipo de demanda probabilística y ejemplifica el cálculo adecuado para su implementación exitosa.

Proceso 2: Cantidad óptima de pedido

Causado (2015) manifestó:

Teniendo los datos de las demandas, los costos de realizar un pedido, los costos de mantener el inventario, se procede a calcular el Q óptimo de cada ítem, lo cual representa la cantidad óptima que se debe pedir, para poder minimizar los costos de tenencia de inventarios y los costos de pedidos. (p. 169)

De esta manera se estableció que el objetivo del modelo es conocer la cantidad óptima de pedido, la misma que logró minimizar los costos de pedido y costos de mantenimiento de los inventarios analizados, beneficiando a la empresa económicamente.

De acuerdo con Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013), la fórmula del lote económico está dado por la siguiente expresión algebraica, a continuación:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{K_c}}$$

Dónde:

K : Costo unitario de hacer un pedido

D : Demanda histórica

k_c : Costo de mantenimiento anual por unidad de inventario

Q^* : Tamaño del lote de pedido.

Esta expresión matemática es útil para la determinación de la cantidad óptima de pedido, la cual es pieza fundamental del resultante de la aplicación de este modelo cuantitativo de inventarios basado en el modelo EOQ.

Por otra parte, de acuerdo con Causado (2015) para determinar el punto de re orden, determinado como (R), se detalla la siguiente expresión algebraica, a saber:

$$R = \bar{D} + Z_{\sigma}$$

Dónde:

D : Demanda promedio del artículo

Z_{σ} : Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de aprovisionamiento y su valor de distribución normal.

El punto de re orden es un indicador importante puesto que representa el nivel de inventario que determina el momento en que se debe de colocar o asignar una orden de pedido o compra al proveedor.

Adicional a ello, se requiere determinar la función de pérdida unitaria para la distribución normal, esto se debe al tipo de demanda, la cual es de naturaleza probabilística, a saber:

$$N(z) = \frac{R - \bar{m}}{\sigma_m}$$

Dónde:

R : Punto de re orden

σ_m : Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de aprovisionamiento.

\bar{m} : Número promedio de unidades que se precisan durante el aprovisionamiento.

El cálculo de esta expresión matemática guarda relación con el tipo de modelo probabilístico al considerarse la existencia de faltantes según el tipo de demanda.

Para el cálculo del inventario de seguridad y de acuerdo con Izar, Ynzunza y Guarneros (2015), está determinado por las siglas (IS), que se encuentra dado por la siguiente expresión:

$$IS = Z_{\sigma} * T e$$

Dónde:

Z_σ : Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de aprovisionamiento y su valor de distribución normal.

T_e : Tiempo de entrega del pedido.

El inventario de seguridad es un indicador importante dentro de la gestión y control de inventarios, motivo por el cual se consideró dentro de una situación donde existe potencial ruptura o quiebre de inventarios, esto debido a la naturaleza o tipo de demanda correspondiente a los artículos analizados en la presente investigación.

Finalmente, el costo total de inventarios viene dado por la siguiente expresión matemática, establecida por Izar y Méndez (2013) que: “de igual forma considera el costo de pedido, costo de mantenimiento, costo de escasez, considerando su característica de demanda probabilística” (p. 12); a saber:

$$\text{Costo total} = \left\{ (k + k_u \times \sigma_m \times N(z)) \times \left(\frac{D}{Q} \right) \right\} + \left\{ \left(\frac{Q}{2} + (R - \bar{m}) \right) \times k_c \right\}$$

Dónde:

K: Costo unitario de hacer un pedido

k_u : Costo por escasez

k_c : Costo de mantener anual por unidad de inventario

σ_m : Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de aprovisionamiento.

\bar{m} : Número promedio de unidades que se precisan durante el aprovisionamiento.

D: Demanda histórica.

Q: Tamaño del lote de pedido.

Se ha presentado la expresión matemática correspondiente al costo total de inventarios, dicha expresión se utilizó en la presente investigación, considerando los supuestos del modelo EOQ y las premisas del tipo de demanda cuando es de carácter probabilístico, siendo así el costo total de inventario del artículo se determine de esta manera.

Proceso 3: Número óptimo de pedido

Según Causado (2015) señaló:

En los resultados del modelo de Cantidad Económica de Pedido EOQ, se

muestran las demandas de cada producto Clase A, su respectivo costo de realizar un pedido S , el Q^* , el costo total anual $G(Q^*)$, el número óptimo de pedidos que se debe hacer N^* y el punto de reorden R . (p. 176)

De acuerdo con este autor, buscó establecer la simbología necesaria y magnitudes dada la aplicación del modelo EOQ, siendo indispensable conocerlas con antelación a modo de comprender los resultantes del modelo, luego de su utilización.

Para ello se determina el número óptimo de pedidos, el cual está dado por la siguiente expresión:

$$N^* = D/Q^*$$

Dónde:

N^* : Número óptimo de pedido

D : Demanda histórica

Q^* : Cantidad óptima de pedido

Proceso 4: Tiempo de entrega de pedido

Según Causado (2015) manifestó: “el Lead Time o tiempo de abastecimiento del proveedor es conocido y constante, por tanto, es una variable fija la cual no representa mayor variación para la determinación del cálculo dentro del modelo EOQ” (p. 166).

Según este autor se determinó como tiempo de entrega del pedido está relacionado al número de días que el proveedor tarda en realizar el despacho o entrega de los materiales pedidos por la compañía, a saber:

$$Te = N^{\circ} \text{ de días de entrega del proveedor}$$

Dónde:

Te : Tiempo de entrega de pedido.

Importancia

La variable de estudio, en este caso, denominada variable independiente, donde su importancia radicó que su aplicación permitió optimizar el costo total de inventarios en la

empresa de materia de estudio. De acuerdo con Causado (2015) menciona que desafortunadamente en la comercialización de bienes, las organizaciones dejan de lado o no le otorgan la importancia necesaria al control de los inventarios, no llevar registros, no existen personas responsables de realizar los debidos conteos, no contar con sistemas o herramientas que faciliten la actividad, es por tanto necesario que la misma organización debe invertir en la implementación de este tipo de herramientas, si se persigue mantener un nivel de rentabilidad dado. Asimismo, para los autores Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013) el uso del modelo EOQ es de vital importancia y una herramienta útil para mejorar el control de las existencias y por tanto, reducir o minimizar los costos totales de inventarios a su punto óptimo o de equilibrio entre costos de pedido y tenencia.

Características

Por su naturaleza: cuantitativa.

Por su relación causa-efecto: independiente

Por su proceso lógico formal: individual

Teorías, origen y enfoques

La Teoría del EOQ o denominada también de Lote Económico de Pedido, fue desarrollada en el año 1913 por el ingeniero Ford Whitman Harris en su libro costos y operaciones, no obstante, el responsable de popularizar su obra fue Wilson, R. en 1934 mediante una publicación de su autoría. Existen a la fecha diversos enfoques del modelo EOQ o modificaciones, las cuales parten de premisas básicas como las señaladas por autores como Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013), Vidal (2017) y Causado (2015) para adaptaciones realizadas a demanda probabilística.

1.3.2. Variable dependiente: Costo total de inventarios

Gestión de inventarios

Vidal (2017) la gestión de inventarios se definió como:

Las actividades que implican el control y manejo de los artículos, con el objeto de determinar las políticas y parámetros de control para producir el nivel de servicio deseado en la forma más económica posible. Este mismo autor también precisa que el control de inventarios es uno de los tasks más complejos y apasionantes de la Logística y de la planeación y administración de la cadena de abastecimiento, (...) las causas fundamentales que originan la necesidad del mantenimiento de inventarios, en cualquier empresa, son las fluctuaciones aleatorias de la demanda y de los tiempos de reposición. (p. 37)

La gestión de inventarios como todo proceso comprende una serie o conjunto de actividades, cuyo principal objetivo orientado al control y manejo de los artículos resulta en un mayor desafío cuando su complejidad se ve acrecentada por la naturaleza de la demanda de los mismos artículos, la cual puede ser variable en el tiempo o por lo contrario constante, así como el tiempo que toma abastecer de dicho material, que puede ser distinto para cada artículo dependiente de factores como el tiempo de entrega del proveedor, del origen del material, su tiempo de fabricación, entre otros.

Meana (2017) afirmó: “el objetivo del inventario es confirmar o verificar el tipo de suministros de que disponemos en la empresa, mediante un recuento físico de los materiales existentes” (p. 3).

La función principal del proceso de inventario está dada por la acción de constatar o verificar que el tiempo de existencias o materiales registrados se encuentre a libre disposición de la empresa, esto es posible realizarlo mediante un recuento físico o presencial de los materiales con los que se encuentra en bodega o almacén de la empresa.

El costo total de inventarios está compuesto de igual manera por cuatro dimensiones, las cuales están determinadas por el costo de adquisición, costo de mantenimiento, costo de pedido y costo de ruptura, tomando este último en consideración cuando se determina un contexto de desabastecimiento real o quiebre de stock por una venta perdida.

Meana (2017) sostuvo que existen diversos tipos de inventario, los cuales son clasificados de la siguiente manera, a saber:

Inventario de materias primas e insumos; hace referencia a aquellos bienes que ingresan a un proceso productivo y son transformados y se convierten en productos semielaborados.

Inventario de piezas, repuestos y suministros industriales; no se relacionan a un proceso productivo. Sin embargo, apoyan o brindan soporte a producto en proceso o final.

Inventario de productos en procesos; se denominan productos semielaborados, y son parte del proceso de transformación.

Inventario de productos terminados; son aquellos productos definitivos para la comercialización. (p. 9)

Conocer diversos tipos de inventario, resulta importante para clasificar adecuadamente los materiales que constituyen el capital de trabajo de una empresa, de manera que según naturaleza se deben adoptar políticas o acciones de control diferentes.

Costos de inventario

Miguez y Bastos (2014) consideraron: “los costos de inventario pueden clasificarse principalmente en cinco grupos, esto permite identificar de una mejor manera la composición y determinación de todos aquellos costos involucrados en la gestión y control del inventario”, (p. 11). Los cuales son presentados a continuación; ver tabla 2:

Tabla 2

Clasificación de costos de inventario

Tipo de costo	Descripción
Costo de compra	Es el costo relacionado a la adquisición del artículo.
Costo de ordenamiento	Costo asociado a la emisión del pedido a abastecer.
Costo de tenencia	Costo por el mantenimiento físico o conservación de las existencias en un periodo determinado en almacén.
Costo de ruptura o quiebre	Costo derivado de la falta de existencias, cuando la demanda supera a la capacidad productiva o atención.
Costos variables	Costos de sobre almacenamiento, a la capacidad o al sistema de control de inventarios.

Nota. Tomado del libro *Introducción a la gestión de stocks. El proceso de control, valoración y gestión de stocks.* Miguel y Bastos (2014, p.11)

Miguez y Bastos (2014) afirmaron:

Con el fin de realizar un estudio de los diversos tipos de costes estableceremos dos distinciones a continuación explicamos: Una primera distinción se establecería entre costes de adquisición, coste de reaprovisionamiento y coste de posesión, (...) La segunda distinción se haría entre aquellos costes que, en general, son variables y que dependen de la política que se quiera imponer. Estos son el coste de ruptura y otros. (p. 10-11)

Conocer diversos tipos de costos de inventario, resulta esencial para determinar con mayor precisión o exactitud el costo real de los materiales que constituyen el capital de trabajo de una empresa, esto posibilitará a corto y largo plazo tomar decisiones acertadas en la gestión de inventarios y su respectivo control en el área.

Los autores Meana (2017) e Izar y Méndez (2013) sostuvieron que los costos a tomar en cuenta al momento de aplicar el modelo de Lote Económico de Pedido o modelo EOQ, son: el costo de adquisición, costo de mantenimiento y costo de pedido del inventario, los mismos que se detallan a continuación:

Dimensión de Costo total de inventarios

Dimensión 1. Costos de adquisición

Para Vidal (2017) sostuvo:

El costo de compra o adquisición no entra en el análisis porque, como se asume que no hay descuentos, este costo es constante y por tanto, más adelante no se considera dentro de la función objetivo. Por ello, el costo total de inventarios está dado por los costos de ordenamiento y los costos de mantenimiento del inventario. (p. 176)

De acuerdo con Izar y Méndez (2013) “el costo de adquisición o de compra: viene dado por la multiplicación del costo unitario del artículo C_A por el número de unidades demandadas (D) en un cierto periodo” (p. 12); expresado de la siguiente manera:

$$CT_A = C_A \times D$$

Donde CT_A es el costo de adquisición del artículo, siendo (C_A) el costo por unidad de compra multiplicado por (D) la demanda total del artículo.

Dimensión 2. Costos de pedido

De acuerdo con Vidal (2017) manifestó: “el costo de ordenamiento responde a los costos asociados al procesamiento, transmisión, manejo y compra de la orden. Específicamente, comprende los costos de preparación, envío, llamadas, costos de transporte, costos administrativos de su realización” (p. 53).

Según Izar y Méndez (2013) manifestaron:

El costo de pedido u ordenamiento: está dado por las actividades que se efectúan en la solicitud del pedido, es decir, relacionadas directamente a realizar el pedido de compra, lo conforman: los costos administrativos, costos relacionados al transporte, los costos de preparación del pedido. (p. 12); La expresión matemática viene dada por:

$$CT_p = C_p \times \frac{D}{Q}$$

Donde CT_p es el costo de pedido del artículo, siendo (C_p) el costo por unidad de pedido multiplicado por (D) la demanda total, entre el tamaño del lote de pedido (Q). El costo de pedido es parte de la expresión matemática base para la determinación del costo total de inventario del artículo.

Dimensión 3. Costos de mantenimiento

Vidal (2017) manifestó que:

Los costos de mantenimiento del inventario hacen referencia a los costos de operar el almacén, considerando la mano de obra empleada, las actividades realizadas, como los diversos procesos de almacén. Solo se deben de considerar aquellos costos que varían con el nivel promedio del inventario y no con el flujo a través del almacén, comprenden los costos de espacio, costos de capital, costos de riesgos, costos de seguros e impuestos, principalmente. (p. 49)

Mora (2016) definió:

El costo de mantenimiento o de tenencia, se relaciona al volumen almacenado, éste se encuentra representado por los gastos de mantenimiento propios del almacén, costo por obsolescencia de las existencias, servicios relacionados a la gestión del almacén para la conservación y custodia del inventario. (p. 98). El Costo de mantenimiento o tenencia está representado de la siguiente manera:

$$CT_M = C_M x \frac{q}{2}$$

Donde CT_M , es el costo de mantenimiento y siendo (C_M) el costo por unidad de la existencia multiplicado por el stock medio almacenado ($\frac{q}{2}$) en un período de tiempo dado.

Dimensión 4. Costos de ruptura

Para Vidal (2017) indicó:

Este tipo de costo se produce cuando se recibe un pedido u orden de venta y no existe suficiente inventario disponible para cubrir dicha solicitud, esto debido a que el artículo este completamente agotado del inventario. Los principales tipos de costos de ruptura o faltantes son: el costo especificado por cada ocasión en la que ocurren faltantes, el costo especificado por cada unidad de faltante, el costo especificado por cada unidad de faltante por unidad de tiempo. Además, señaló que en general un costo faltante es difícil de estimar

debido a su naturaleza intangible. (p. 53)

Para Velóz y Parada (2017) indicó que “cuando una empresa no puede ofrecer un producto a su cliente en el momento, lugar y cantidad deseada, se produce una ruptura o quiebre de stock” (p. 37).

La cual representa un costo elevado por dos motivos: En primera instancia representa una venta potencial no efectuada y en segunda instancia, pierde credibilidad ante el cliente hecho que impacta en el compromiso de atención de ventas futuras.

El costo de ruptura es un tipo de costo que se considera en situaciones reales, donde sí existe posibilidad de escasez o ausencia de contar con inventario cuando lo precise un cliente interno o externo, siendo el caso de muchas empresas responsables de la comercialización de productos o tangibles, por ello se consideró este costo.

El costo de ruptura viene representado por la siguiente expresión matemática según Winston (como se citó por Nail, 2016, p. 14): “quien señala que esta situación se presenta con el agotamiento de las existencias lo que trae como consecuencia pérdidas de ventas y que se generen costos por cada venta perdida. Se parte de la siguiente ecuación para su cálculo”, a saber:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{K_c}}$$

Dónde:

k_u : Costo unitario de hacer un pedido

D : Demanda histórica

k_c : Costo de mantenimiento anual por unidad de inventario

Q^* : Tamaño del lote de pedido.

$$P(X \geq r^*) = \frac{K_c * Q^*}{K_u * D}$$

Dónde:

k_u : Costo por escasez

k_c : Costo de mantener anual por unidad de inventario de aprovisionamiento.

D : Demanda histórica.

Q^* : Tamaño óptimo del lote de pedido.

De acuerdo con las expresiones matemáticas presentadas y desarrolladas mayoritariamente por los autores Izar y Méndez (2013), Vidal (2017), Mora (2016) y Meana (2017) se aplica el modelo EOQ con faltantes, puesto que su obra fundamenta los cálculos, supuestos e implementación exitosa de su uso para una realidad acorde a la presentada en esta investigación, la cual parte de los principios o postulados del modelo EOQ clásico.

A continuación, se desarrolló un caso a modo de ejemplo con relación a la aplicación del modelo EOQ con faltantes, basado en el trabajo de investigación de Izar y Méndez (2013), Vidal (2017), Mora (2016) y Meana (2017) siendo el caso de una empresa dedicada al rubro de construcción, en la cual el inventario de piezas de repuestos es de mucha relevancia para los proyectos que viene ejecutando (p. 255). Se tomó como ejemplo la pieza MTD-4855. Se esperó que esta pieza se necesite a una tasa de 100 unidades (U) por mes, es decir, 1200 unidades por año. Se mostró que la demanda durante un mes es casi constante, con una desviación estándar de 40 unidades. El costo de pedidos fue de 20 USD por año, y el costo de los faltantes fue de 200 USD por unidad. Se precisó determinar el tamaño del pedido (Q), el punto de re orden (R) y el costo total inventario esperado por ese artículo.

Las variables identificadas y enumeradas a seguir:

Donde:

$$k_c = 20 \text{ USD}$$

$$k_u = 200 \text{ USD}$$

$$K = 1000 \text{ USD}$$

$$\sigma_M = 40 \text{ unidades}$$

$$D = 12000 \text{ unidades/año}$$

$$\bar{M} = 100 \text{ unidades}$$

En primera instancia, se calculó el tamaño del pedido, a través de la ecuación propuesta:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{K_c}} \rightarrow Q^* = \sqrt{\frac{2 \times (1000)(12000)}{20}} = 346,41 \approx 346 \text{ unidades}$$

Posterior a ello, se determinó el valor del punto de re orden (R), para lo cual corresponde calcular la probabilidad de la demanda (M) durante el periodo de producción, a saber:

$$F(R) = 1 - \frac{K_c \times Q}{K_u \times D} \rightarrow F(R) = 1 - \frac{20 \times 346}{200 \times 12000} = 0.9712$$

Luego, se ubicó el valor de Z correspondiente en la tabla de la función de distribución normal estandarizada. El cual correspondió para un $F(R) = 0.9712$ a un $Z=1.90$, al reemplazarlo en la ecuación siguiente se logró obtener el punto de re orden (R), mostrado a continuación:

$$R = \bar{M} + Z\sigma \rightarrow R = 100 + (1.90 \times 40) = 176 \text{ unidades}$$

A continuación, se calculó el valor de la función de pérdida unitaria para la distribución normal estandarizada N (Z) aplicando la siguiente ecuación mostrada, esto permitió en el último paso del ejercicio determinar el costo total de inventario esperado para dicho artículo, a saber:

$$Z = \frac{R - \bar{m}}{\sigma_m} \rightarrow Z = \frac{176 - 100}{40} = 1.9$$

El valor obtenido de la pérdida unitaria fue de 1.9 que para la distribución normal

estandarizada es de 0.01105. Finalmente, se sustituyó los valores previamente obtenidos en la ecuación del costo total y se obtiene el siguiente resultado:

$$\text{Costo total} = \left\{ \left(k + k_u \times \sigma_m \times N(z) \right) \times \left(\frac{D}{Q} \right) \right\} + \left\{ \left(\frac{Q}{2} + (R - \bar{m}) \right) \times k_c \right\}$$

$$\text{Costo total} = 3,774.798 + 4,980.00$$

$$\text{Costo total} = 8,754.798 \text{ USD}$$

Por tanto, se obtuvo que el costo total de inventarios esperado de ese artículo fue de 8,754.798 USD, sugiriendo que la compañía debe hacer pedidos de 346 unidades y el punto de re orden para realizar un pedido es cuando le queden en su inventario 176 unidades del artículo.

Control de inventarios

El sistema de tipo perpetuo conlleva a mantener un registro actualizado del nivel de existencias de cada producto, dentro de este sistema se menciona al modelo de lote económico de pedido o EOQ, este tipo de sistema lleva el control de inventario monitoreando permanentemente la demanda y el tiempo de entrega. Estos mismos autores mencionan que los sistemas de control de inventarios de revisión continua o perpetuos, se deben realizar en la medida de lo posible de forma diaria o cada vez que se genere un movimiento de ingreso, salida o transferencia en almacén.

La metodología ABC, basada en el Principio de Pareto, es de gran valor para el control de los inventarios dado que permite identificar los productos de mayor valor en tanto, impacto económico y demanda, esto permite establecer ciertos criterios para su control y gestión. Este método es aplicable a cualquier grupo de artículos por más extenso que sea ya que permite establecer aquellos de mayor importancia para la empresa, en los cuales debe enfocarse para optimizar la gestión del inventario.

Importancia

La variable de estudio, en este caso, denominada variable dependiente, costo total de inventarios, su importancia está dada porque representa dinero o cuasi-dinero para la compañía, siendo capital de trabajo y su gestión eficiente garantizará un incremento de las ganancias o pérdidas de la misma. Para Vidal (2017) la importancia que tiene la determinación del costo total de inventarios pone de manifiesto que un inventario debe

valorizarse de acuerdo a más criterios que solo su valor de compra, ya que este no refleja el valor real del inventario o su aproximación más exacta a lo que efectivamente genera ordenarlo, mantenerlo y no cubrir su demanda ante el desabastecimiento. Asimismo, para Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013) consideraron que el término de costo total de inventarios aplicable a cualquier tamaño de lote, implica tomar en consideración los costos que lo componen y conforman efectivamente, siendo así, el enfoque se amplía y la visibilidad para la toma de decisiones de orden gerencial es más acertada y favorable para la organización que adopta este enfoque de costos para con el inventario.

Características

Por su naturaleza: cuantitativa.

Por su relación causa-efecto: dependiente

Por su proceso lógico formal: individual

Teorías, origen y enfoques

Las teorías que soporta el concepto de costo total de inventarios es detallado por autores tales como Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013), que desarrollaron los componentes o factores que conforman el costo total, asimismo el autor Vidal (2017) presentó los componentes relacionados al concepto de costo total relevante, como él lo denominada su obra. Por su parte, Gitman (2003) desarrolló dentro del modelo económico de pedido o también denominado modelo EOQ básico, como parte introductoria al desarrollo de modelos de control de inventarios para cualquier empresa u organización encargada de la producción o transformación de bienes, materias primas a productos semielaborados o finales.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿El modelo EOQ con faltantes permite optimizar significativamente el costo total de inventarios en la empresa Sodimac, Lima, 2018?

1.4.2 Problemas específicos

Problema específico 1

¿El modelo EOQ con faltantes permite optimizar significativamente el costo de adquisición de la empresa Sodimac, Lima, 2018?

Problema específico 2

¿El modelo EOQ con faltantes permite optimizar significativamente el costo de pedido de la empresa Sodimac, Lima, 2018?

Problema específico 3

¿El modelo EOQ con faltantes permite optimizar significativamente el costo de mantenimiento de la empresa Sodimac, Lima, 2018?

Problema específico 4

¿El modelo EOQ con faltantes permite optimizar significativamente el costo de ruptura de la empresa Sodimac, Lima, 2018?

1.5 Hipótesis**1.5.1 Hipótesis general**

El modelo EOQ con faltantes logra optimizar significativamente el costo total de inventario en la empresa Sodimac, Lima, 2018.

1.5.2 Hipótesis específica**Hipótesis específica 1**

El modelo EOQ con faltante logra optimizar significativamente el costo de adquisición en la empresa Sodimac, Lima, 2018.

Hipótesis específica 2

El modelo EOQ con faltantes logra optimizar significativamente el costo de pedido en la empresa Sodimac, Lima, 2018.

Hipótesis específica 3

El modelo EOQ con faltante logra optimizar significativamente el costo de mantenimiento en la empresa Sodimac, Lima, 2018.

Hipótesis específica 4

El modelo EOQ con faltantes logra optimizar significativamente el costo de ruptura en la empresa Sodimac, Lima, 2018.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Determinar que el modelo EOQ con faltantes logra optimizar significativamente el costo total de inventarios en la empresa Sodimac.

1.6.2 Objetivos Específicos

Objetivo específico 1

Comprobar que el modelo EOQ con faltantes logra optimizar significativamente el costo de adquisición en la empresa Sodimac.

Objetivo específico 2

Comprobar que el modelo EOQ con faltantes para optimizar significativamente el costo de pedido en la empresa Sodimac.

Objetivo específico 3

Comprobar que el modelo EOQ con faltantes para optimizar significativamente el costo de mantenimiento en la empresa Sodimac.

Objetivo específico 4

Comprobar que el modelo EOQ con faltante para optimizar significativamente el costo de ruptura en la empresa Sodimac.

1.7 Justificación del estudio

1.7.1 Justificación teórica

Esta investigación utilizó conceptos, teorías modernas y un enfoque vinculado a la gestión de stocks o inventario basándose en el modelo EOQ con faltantes para determinar la cantidad óptima de pedido, los cuales siguen vigentes, según los estudios presentados por Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013) y Causado (2015) entre otros, lo que posibilite a través de la base de sus supuestos la mejora en la gestión de inventario de la empresa en estudio.

1.7.2 Justificación práctica

La presente investigación contribuyó a optimizar la gestión de stocks en el área de logística de la empresa Sodimac en Lima, a través de una propuesta basada en el cálculo de stocks para el reaprovisionamiento mediante el modelo EOQ con faltantes, esto para conseguir el mínimo costo total y al haber determinado las estrategias para el abastecimiento de los artículos críticos para el área de logística de la empresa. El costo que reduce la empresa con la aplicación del modelo EOQ con faltantes se estima en 45 % de ahorro o costo evitado respecto de la situación anterior, y es equivalente a S/ 627,962 soles anuales de ahorro.

1.7.3 Justificación metodológica

En esta investigación propuso un método para la determinación del lote económico de pedido considerando un escenario de demanda probabilística que escapa al común modelo cuantitativo de inventarios, esta demanda probabilística es aquella demanda que varía en el tiempo, y al no ser constante se precisa de un modelo que se adecue a poder estimar con mayor exactitud la cantidad de lotes de pedido y el número de los lotes de pedido que minimicen el costo total de inventarios.

1.7.4 Justificación social

El desarrollo de esta investigación supuso un impacto positivo sobre la sociedad, ya que se tratará de solucionar un problema actual aportando información confiable al departamento de compras de la empresa Sodimac para que puedan ponerse en práctica acciones de mejora que permita optimizar el costo de inventario de manera significativa.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) plantearon: “experimento como situación de control en la cual se manipulan, de manera premeditada. Uno o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes” (p. 122).

Sub diseño pre experimental; esta investigación se respaldó con Hernández, Fernández y Baptista (2014) que manifestaron “diseño de un solo grupo cuyo grado de control es ínfimo. Generalmente es beneficioso como una primera aproximación al problema de exploración en la realidad” (p. 141); Ver tabla 3.

Tabla 3

Diseño pre experimental

Grupo	Asignación	Pre test	Tratamiento	Post test
GE	no R	O1	x	O2

Dónde:

- GE : Grupo experimental.
- No R : no aleatoria.
- O1 : Pre test
- X : Tratamiento.
- O2 : Pos test

2.1.1 Enfoque cuantitativo

Reyes, Blanco y Chao (2014) plantearon que: “el tipo de la investigación es de tipo cuantitativo cuando se determinan valores numéricos de las variables implicadas en las hipótesis formuladas” (p.43).

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) mencionaron que: “el enfoque cuantitativo utiliza la acumulación de datos para probar las hipótesis con base en la medición numérica y en el análisis estadístico, con el fin establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (p. 4).

De acuerdo con los autores anteriormente mencionados, el tipo de la investigación que se propuso fue cuantitativo, a su vez se pretendió realizar un análisis de si el incremento o decrecimiento en una variable coincide con un aumento o disminución en la otra variable, y aplicada puesto que se orienta a la resolución de un problema en la realidad de una empresa, respectivamente.

2.1.2 Tipo de investigación

Hernández, Fernández y Baptista, (2014) plantearon que:

La investigación científica es en esencia, como cualquier tipo de investigación, sólo que más rigurosa, organizada y se lleva a cabo cuidadosamente (...) Tal clase de investigación cumple dos propósitos fundamentales: a) producir conocimientos y teorías (investigación básica) y b) resolver problemas (investigación aplicada). Gracias a estos dos tipos de investigación la humanidad ha evolucionado. (p. 29)

Esta investigación fue basada en la aplicación de un modelo matemático para la gestión de inventarios cuyo objetivo es minimizar el costo total de inventarios es realizada en un periodo de tiempo dado, a su vez no se incurre en tratamiento o manipulación de los datos de forma deliberada.

2.1.3 Nivel de la investigación

Esta investigación fue de nivel explicativo. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) refirieron lo siguiente:

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a replicar por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, la tendencia se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se expone o por qué se relacionan dos o más variables. (p. 95)

En función a lo indicado por los autores, este nivel lo que pretende fue establecer los fenómenos que se estudian, en este sentido, lo que se trató de estudiar es la aplicación del modelo EOQ con faltante para la empresa Sodimac ya que generó un sentido de

entendimiento por lo beneficioso que es el modelo a comparación del modelo inicial.

2.2 Variables, Operacionalización

2.2.1 Variables

La variable dependiente, la cual es la variable independiente estuvo representada por el modelo EOQ con demanda probabilística, que según los autores Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013) el modelo EOQ o también denominado Lote Económico de Pedido, se define como aquel modelo que se compone de un tamaño de lote a pedir que minimice los costos totales del inventario. Ver tabla 4.

La variable independiente, fue representada por el costo total de inventario, que según lo sostiene Meana (2017) los costos a tomar en cuenta al momento de aplicar el modelo de Lote Económico de Pedido o modelo EOQ, son: el costo de adquisición, costo de mantenimiento y costo de pedido del inventario. Ver tabla 5.

2.2.2 Operacionalización de las variables

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014) señalaron que “la manera como hemos operacionalizado las variables es crucial para determinar el método para medirlas, lo cual a su vez, resulta fundamental para realizar las interferencias de los datos” (p.198).

De esta manera, se puede deducir que la operacionalización es un proceso que conlleva a considerar el conjunto de procedimientos y actividades que se deben desarrollar para medir una variable de estudio.

La variable dependiente: costo total de inventario cuenta con una definición operacional, dicha definición se va a identificar a través de cuatro dimensiones o sub-variables, a saber: costo de adquisición, costo de mantenimiento, costo de pedido y costo de faltantes o de venta perdida. Por otro lado, la variable independiente: modelo EOQ con demanda probabilística cuenta con una definición operacional, dicha definición se va a identificar a través de cuatro sub-variables o dimensiones, tales como: clasificación ABC, cantidad óptima de pedido, número óptimo de pedidos y tiempo de entrega de pedido.

2.2.3 Matriz de operacionalización de las variables

Tabla 4

Variable independiente de la investigación: Modelo EOQ con faltante

Variable	Definición Conceptual	Proceso	Fórmula
Variable independiente: Modelo EOQ con faltante.	Según los autores Krajewski, Ritzman y Malhotra, (2013) el modelo EOQ o también denominado Lote Económico de Pedido, se define como aquel modelo que se compone de un tamaño de lote a pedir que minimice los costos totales del inventario.	Clasificación ABC	El análisis ABC es un proceso que consiste en dividir los artículos en tres clases, de acuerdo con su uso monetario
		Cantidad óptima	$Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{K_c}}$
		Número óptimo de pedidos	$N^* = D/Q^*$
		Tiempo de entrega de pedido	$T_e = N^\circ \text{ de días de entrega del proveedor}$

Tabla 5

Variable dependiente de la investigación: Costo total de inventarios

Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Fórmula
Variable dependiente: Costo total de inventario	Según lo sostiene Meana (2017) los costos a tomar en cuenta al momento de aplicar el modelo de Lote Económico de Pedido o modelo EOQ, son: el costo de adquisición, costo de mantenimiento y costo de pedido del inventario.	Costo de Adquisición	$CT_A = C_A x D$
		Costo de Pedido	$CT_p = C_p x \frac{D}{Q}$
		Costo de Mantenimiento	$CT_M = C_M x \frac{q}{2}$
		Costo de Ruptura	$P(X \geq r^*) = \frac{K_c * Q^*}{K_u * D}$

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

Hernández (2014) manifestó:

La población es la agrupación de todos los elementos o casos que mantienen una serie de características o especificaciones en común. En la presente investigación la población está compuesta por el conjunto de artículos de la familia de iluminación para comercialización en la empresa de Sodimac, siendo aquellos los que conforman la población objeto de enseñanza. (p. 174)

De acuerdo con lo señalado a la definición de población, se determinó que la misma para la presente investigación fue dada por los SKUs y/o materiales de la empresa Sodimac con sede en Lima Metropolitana, éstas están constituidas bajo la familia de artículos de iluminación.

Posada (2016) definió:

Una población es finita cuando el número de los componentes que la integran es conocido por el examinador; tal como el caso de los barrios de una ciudad, los profesores de una universidad, los obreros de una industria, etc., mientras que, para la población infinita no se conoce el número de inicio, ya sea porque es muy inmenso o porque se sabe que existe pero no se conoce el tamaño, por ejemplo: los lanzamientos de un dado, el número de oportunidades que una persona puede pasar por un sitio y otros demás. (p. 15)

En total se contó con una población de 174 materiales de la familia de iluminación quienes constituyen la base de ítems que pertenecen a la empresa analizada, es decir, la presente investigación tiene una población finita, puesto que se conoce al detalle el Nro de artículos.

2.3.2 Muestra

Hernández (2014), en relación al significado de muestra, señaló que: “la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectan datos, el cual debe definirse o delimitarse de manera previa con precisión estadística, la cual debe ser representativo de la población” (p. 175).

Para el desarrollo de esta investigación se tomó como muestra a los artículos de la familia de iluminación que se encuentran en la categoría A, según el principio de Pareto, utilizando el método ABC para inventarios la cual representa a los materiales críticos según su valor económico y demanda frecuente, es decir, 19 materiales de la empresa Sodimac con sede en Lima Metropolitana.

Para Bernal (2013) precisó: “Es la parte de la estadística que se selecciona, de la cual realmente se elabora la información para el desarrollo de la investigación y sobre la cual se efectuarán la evaluación y la observación de las variables objetivo de análisis” (p.161).

El presente estudio extrajo 19 materiales de la población, es decir, de la familia de iluminación de las cuales se efectuaron las mediciones correspondientes y tuvieron resultados descriptivos e inferenciales con la finalidad de conocer la viabilidad de la presente investigación que fueron desarrolladas en el capítulo III.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) plantearon que: “la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador” (p. 176).

De lo mencionado anteriormente respecto al tipo de muestreo, en la presente investigación se utilizó el muestreo no probabilístico por conveniencia ya que depende de la decisión del investigador y ante ello se basó en el principio de Pareto.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas de investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), plantearon que: “es un método para estudiar cualquier tipo de comunicación de un modo “objetivo” y sistemático, que

cuantifica los mensajes o contenidos en categorías y subcategorías, y los somete a estudios estadístico” (p. 251).

A este respecto, en relación a lo mencionado por los autores, una de las técnicas de investigación utilizadas en la presente investigación a ser aplicada en la empresa materia de estudio, es el uso del modelo cuantitativo de inventarios propuesto.

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Hernández (2014), señaló que: “el análisis documental permite sistematizar de forma ordenada la información respecto de las variables del presente proyecto de investigación, esto contribuye a la recolección de datos diversos en periodos de tiempo y profundizar en el análisis” (p. 273).

Los instrumentos que se va a aplicó fue la utilización de la base de datos de compras y para esta investigación se tomó en cuenta la familia de iluminación de la empresa Sodímac que como se mencionó en el capítulo de muestra, se tomó en cuenta los 19 artículos de la clasificación “A”.

2.4.3 Validez

La validación se estableció a través de juicio de expertos, en el cual se desplegó un formulario elaborado por el área de investigación donde se pudo medir cada contenido de las preguntas determinado así el criterio a través estos expertos, consideraron que fue clara, objetiva, actual, suficiente, intencional, consistente, coherente, metodológico y pertinente. Ver tabla 6.

Tabla 6

Validación por juicio de expertos de la variable dependiente

	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
Claridad	%	%	%	%	%
Objetividad	%	%	%	%	%
Pertinencia	%	%	%	%	%
Actualidad	%	%	%	%	%
Organización	%	%	%	%	%
Suficiencia	%	%	%	%	%
Intencionalidad	%	%	%	%	%
Consistencia	%	%	%	%	%
Coherencia	%	%	%	%	%
Metodológico	%	%	%	%	%
TOTAL					Total%

El Coeficiente de Validación está dado por la siguiente expresión:

$$CV = \frac{Total\%}{10 * 5}$$

García, López, Jiménez, Ramírez, Lino y Reding (2014), plantearon al respecto que: “la validez interna es el grado en que los resultados de una investigación son correctos para los participantes del estudio” (p.79).

A este respecto, se precisó señalar que para lograr la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos producto del uso de técnicas e instrumentos mencionados, se llevó cabo las pruebas necesarias que así lo determinaron, en este preciso caso la validez de la presente investigación estuvo a cargo de expertos de la UCV quienes establecieron criterios de evaluación tales como claridad, objetividad, pertinencia, actualidad, entre otros varios.

2.4.4 Confiabilidad

De acuerdo con Hernández (2014) la confiabilidad de un instrumento de medición hace referencia al “grado en que su aplicación reiterada al mismo individuo u objeto produce conclusiones iguales (...)” (p.200). La fiabilidad de la variable dependiente e independiente, están dadas por la prueba de *Alfa de Cronbach* para instrumento de medición.

2.5 Métodos de análisis de datos

El método de análisis empleado fue de carácter pre experimental ya que consiste generar un estímulo o tratamiento a un determinado grupo y después realizar una medición de unas o más variables para determinar los resultados correspondientes.

Hernandez, Fernández y Baptista, mencionó que el análisis de datos cuantitativos es: “una técnica para estudiar cualquier tipo de comunicación de una manera “objetiva” y sistemática, que cuantifica los mensajes o contenidos en categorías y subcategorías, y los somete a análisis estadístico” (p. 251).

En la parte descriptiva, se analizó la diferencia del costo total del inventario valorizado del modelo actual y se contrastó con el modelo propuesto determinando la viabilidad para la empresa Sodimac; nos apoyamos con la herramienta de Excel.

En la parte inferencial, se consideró la diferencia significativa del costo total de inventario del modelo actual y se realizó la comparación con el modelo propuesto a fin de determinar la viabilidad para la empresa Sodimac a través de la prueba que corresponde; a través de la herramienta de SPSS.

2.6 Aspectos éticos

Se otorga el merecido respeto a la propiedad intelectual, las convicciones políticas, religiosas y morales, asimismo a la veracidad de los resultados, como a la protección de los IDs de los individuos que participaron en el estudio o presente proyecto de tesis. Asimismo, la presente investigación respetó el derecho de autor.

III. RESULTADOS

3.1.Resultados descriptivos

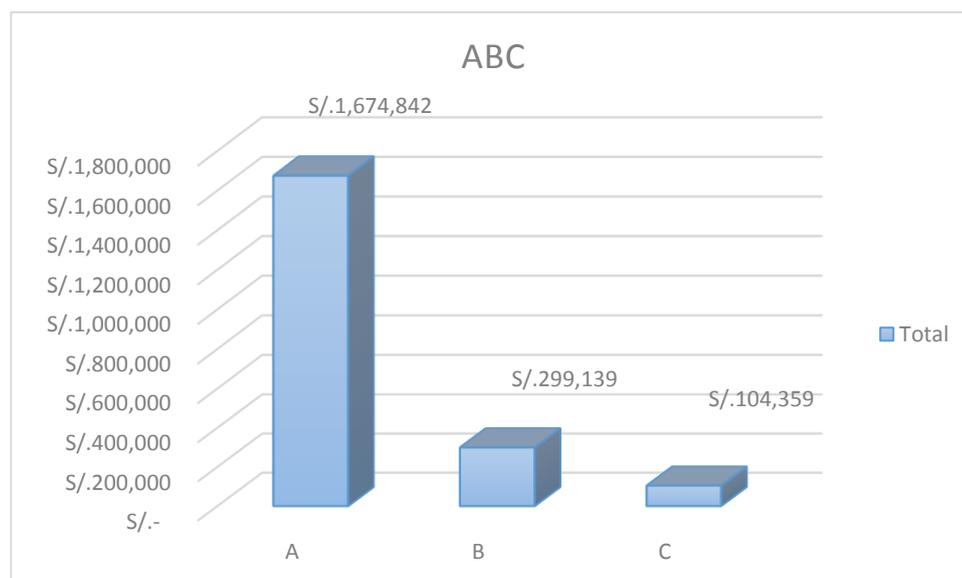
Previo a la implementación del modelo EOQ con faltante aplicado a los artículos de la categoría A de la familia de iluminación, se determinó la siguiente clasificación basada en el método ABC, a continuación; ver tabla 7:

Tabla 7

Clasificación de artículos según método ABC

Categoría	N° Artículos	Monto Total Demanda	Porcentaje Acumulado
Artículos A	19	S/. 1,674,842	80%
Artículos B	49	S/. 299,139	95%
Artículos C	106	S/. 104,359	100%
Total general	174	S/. 2,078,340	

Figura 1. Metodología ABC



Podemos ver en el recuadro la distribución de materiales a través de su valor monetario la distribución en función de la clasificación ABC, de las cuales el de tipo A tiene un porcentaje acumulado del 80%, B del 81% al 95% y el C con la diferencia, como se explicó líneas arriba, se midió el presente estudio solo en los artículos de mayor rotación.

Objetivo general

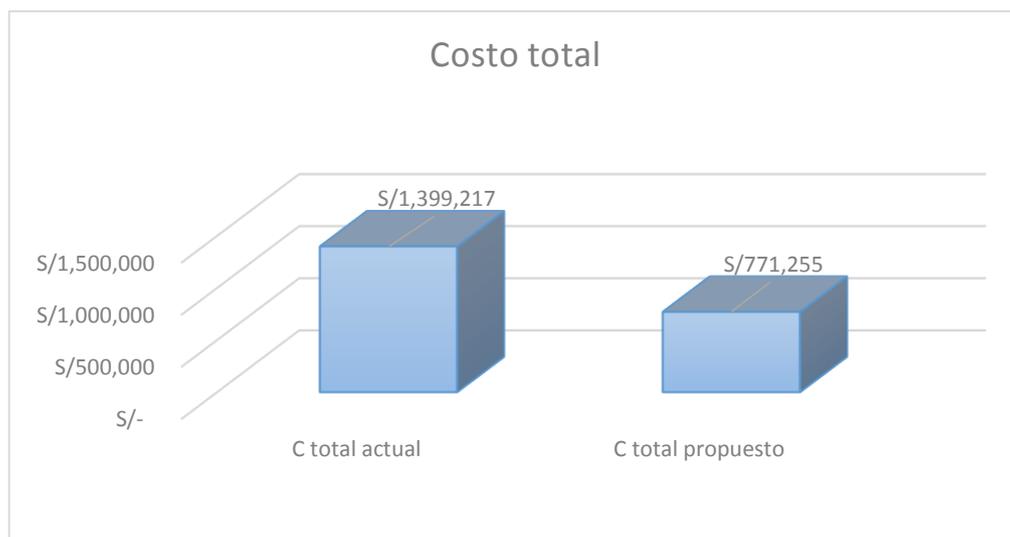
Determinar que el modelo EOQ con faltantes logra optimizar significativamente los costos totales en el manejo de los inventarios en la empresa Sodimac. Ver tabla 8.

Tabla 8

Costo total de inventarios actual vs costo total de inventario propuesto

Costo total de Inventario	Tipo de Artículo	N° Artículos	Valorizado
Actual	Categoría A	19	S/.1,399,217
Propuesto	Categoría A	19	S/.771,255
Diferencia			S/.627,962
	Var.		45%

Figura 2. Diferencias del costo total de inventario.



La aplicación del modelo EOQ con faltantes reflejó optimización de manera significativa de los costos totales puesto que demostramos una vez aplicado el modelo obtenemos una diferencia de 627K y que representa un 45% por debajo al escenario actual lo cual constituye una eficiencia dentro de la gestión del departamento de Compras; también se interpreta como una oportunidad de mejora.

Objetivo específico 1

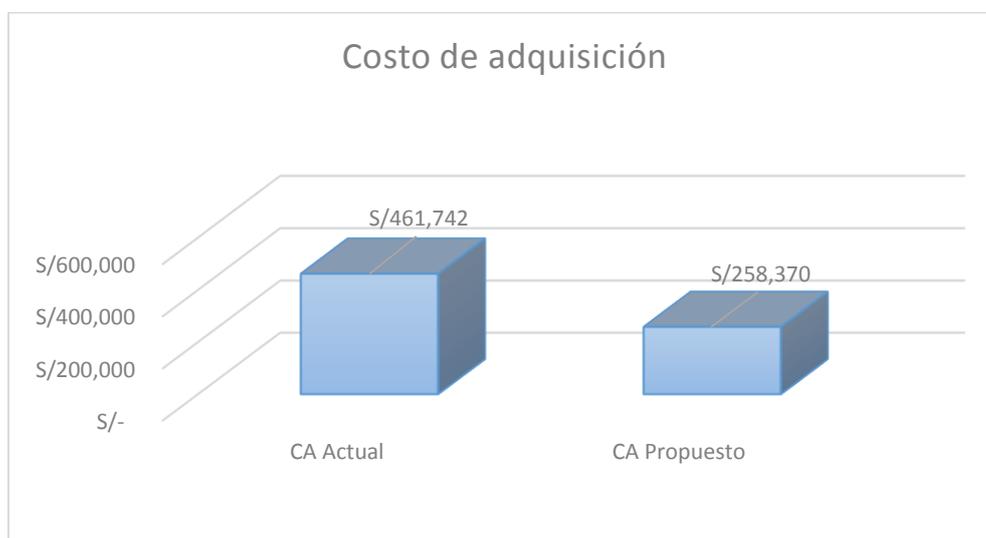
Determinar que el modelo EOQ con faltantes logra optimizar significativamente el costo de adquisición en la empresa Sodimac. Ver tabla 9.

Tabla 9

Costo de adquisición actual vs costo de adquisición propuesto

Costo de Adquisición	Tipo de Artículo	Nº Artículos	Valorizado
Actual	Categoría A	19	S/461,742
Propuesto	Categoría A	19	S/ 258,370
Diferencia			S/ 203,371
	Var.		44.04%

Figura 3. Diferencias del costo de Adquisición.



La aplicación del modelo EOQ con faltante optimiza de manera significativa el costo de adquisición puesto que demostramos una vez aplicado el modelo, obtenemos una diferencia de 203K y que representa un 44.04% por debajo al escenario inicial lo cual constituyó un ahorro generado por el departamento de Compras.

Objetivo específico 2

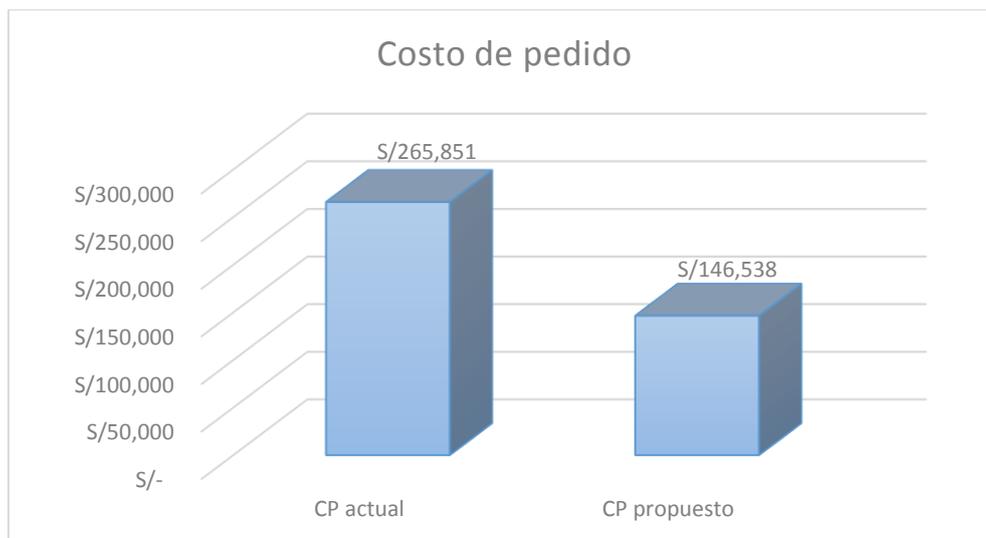
Determinar que el modelo EOQ con faltantes para optimizar significativamente el costo de pedido en la empresa Sodimac. Ver tabla 10.

Tabla 10

Costo de pedido actual vs costo de pedido propuesto

Costo de Pedido	Tipo de Artículo	N° Artículos	Valorizado
Actual	Categoría A	19	S/265,851
Propuesto	Categoría A	19	S/146,538
Diferencia			S/119,313
	Var.		44.88%

Figura 4. Diferencias del costo de Pedido.



La aplicación del modelo EOQ con faltantes puso en evidencia la optimización del costo de pedido de manera significativa debido a que demostramos una vez aplicado, la obtención de una diferencia de 119K y que representa un 44.88% por debajo al escenario inicial lo cual conllevó a una buena gestión dentro del departamento de Compras.

Objetivo específico 3

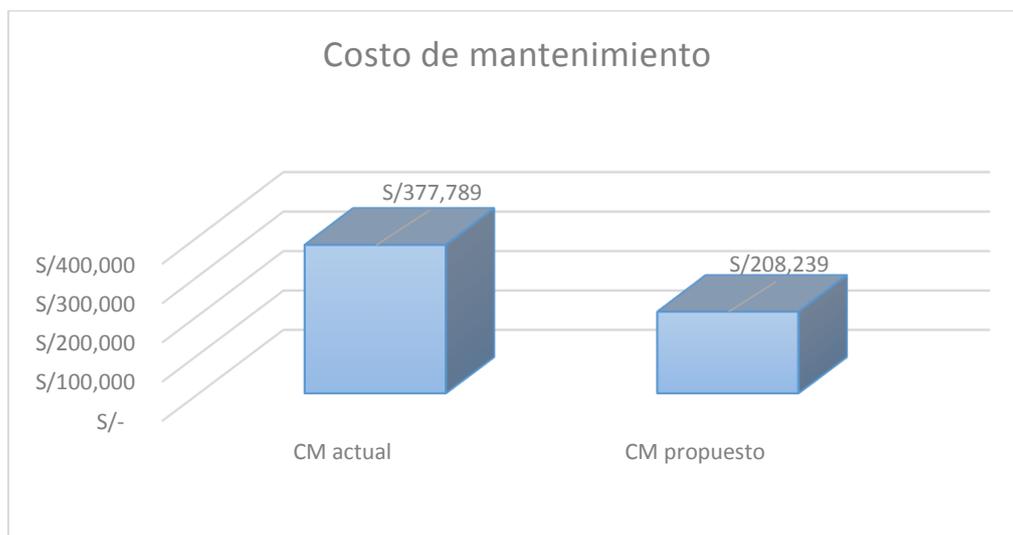
Determinar que el modelo EOQ con faltantes para optimizar significativamente el costo de mantenimiento en la empresa Sodimac. Ver tabla 11.

Tabla 11

Costo de mantenimiento actual vs costo de mantenimiento propuesto

Costo de mantenimiento	Tipo de Artículo	N° Artículos	Valorizado
Actual	Categoría A	19	S/377,789
Propuesto	Categoría A	19	S/208,239
Diferencia			S/169,550
	Var.		44.8%

Figura 5. Diferencias del costo de Mantenimiento.



La aplicación del modelo EOQ con faltantes reveló la optimización del costo de mantenimiento ya que demostró que la aplicación del modelo logró obtener un residuo de 169K y que representa un 44.8% por debajo del escenario inicial, esto además, constituye una buena administración dentro de la gestión del área de Compras.

Objetivo específico 4

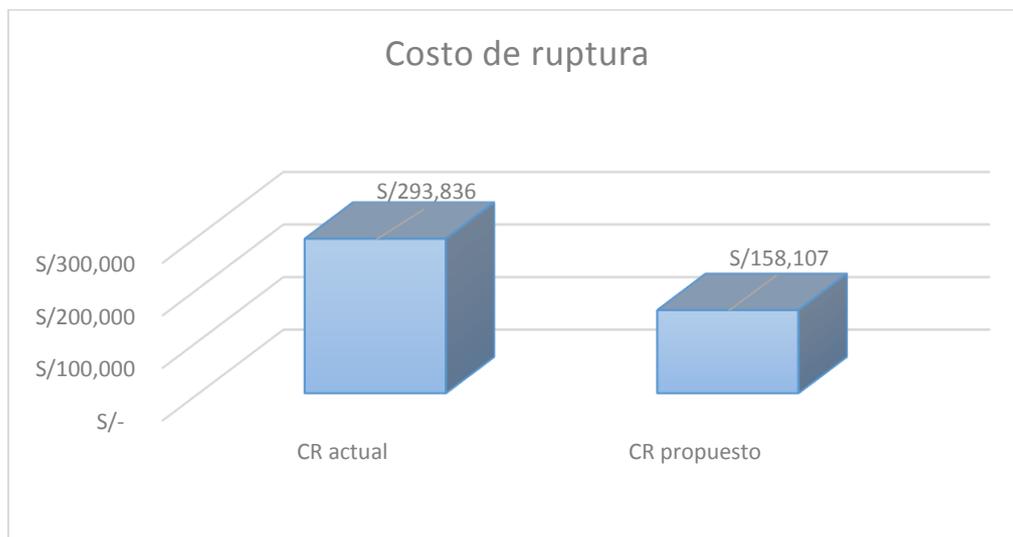
Determinar que el modelo EOQ con faltante para optimizar significativamente el costo de ruptura en la empresa Sodimac. Ver tabla 12.

Tabla 12

Costo de ruptura actual vs costo de ruptura propuesto

Costo de ruptura	Tipo de Artículo	N° Artículos	Valorizado
Actual	Categoría A	19	S/293,836
Propuesto	Categoría A	19	S/158,107
Diferencia			S/135,728
	Var.		46.19%

Figura 6. Diferencias del costo de ruptura.



La aplicación del modelo EOQ con faltante revela la optimización del costo de ruptura de modo significativo debido a que exponemos que la aplicación del modelo obtiene una diferencia de 135K y que esto representa un 46.19% si comparamos la actual gestión de inventarios, se puede interpretar además que este modelo significa un saldo a favor del área de compras.

En relación con la presente investigación basada en el modelo de inventarios para optimizar el costo total de inventarios, se presentó los pasos previos a fin de determinar que el modelo propuesto para la empresa Sodimac es totalmente viable y aplicable en función a la prueba U de Mann-Whitney; ver tabla 13.

Tabla 13

Resumen de procesamiento de casos

Resumen de procesamiento de casos							
Tipo		Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Valorizado	CTA	19	100.0%	0	0.0%	19	100.0%
	CTP	19	100.0%	0	0.0%	19	100.0%

Se determinó a través del SPSS que los datos colocados en el software tienen un 100% de datos válidos, es decir, los datos cargados de las muestras del modelo inicial y del modelo propuesto no cuenta con datos erróneos. Por otro lado, para conocer qué tipo de prueba se realizó y se estableció los siguientes criterios:

Criterio para determinar Normalidad

Normalidad Para ello se utiliza la prueba de Shapiro Wilk cuando el tamaño de la muestra es <30 . El criterio para determinar si la (VA) se distribuye normalmente es; ver tabla 14:

P-Valor $\Rightarrow \alpha$ Aceptar H_0 = Los datos provienen de una distribución normal.

P-Valor $< \alpha$ Aceptar H_1 = Los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 14

Pruebas de normalidad.

Pruebas de normalidad							
Tipo		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Valorizado	CTA	.242	19	.005	.784	19	.001
	CTP	.247	19	.003	.768	19	.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Pérez-Tejada (2015), indicó: “para comprobar la prueba de normalidad a través de Komlogorov-Smirnov es necesario contar con una muestra mayor a 30 datos de lo contrario deberá usarse la de Shapiro-Wilk” (p, 500).

Obtuvimos una muestra de menos de 30 datos, por lo tanto la prueba de normalidad pasó a través de Shapiro-Wilk (datos actuales y propuestos), done el resultado fue menor a α , por lo tanto, se interpretó que los datos obtenidos de la muestra (inicia y propuesta) no fueron de distribución normal.

Criterio para determinar igualdad de varianza

Igualdad de Varianza (Prueba de Levene). Se debió de corroborar la igualdad de varianza entre los grupos, es decir, se tomó los datos arrojado de la muestra de 19 ítems (modelo inicial y el modelo propuesto); ver tabla 15:

P-Valor $\Rightarrow \alpha$ Aceptar H_0 = Las varianzas son iguales.

P-Valor $< \alpha$ Aceptar H_1 = Existe diferencia significativa entre las varianzas.

Tabla 15

Prueba de muestras independientes – Prueba de Levene

Prueba de muestras independientes			
Prueba de Levene de igualdad de varianzas			
		F	Sig.
Valorizado	Se asumen varianzas iguales	2.617	.114
	No se asumen varianzas iguales		

En este paso se corroboró la igualdad de varianza a través de la prueba de Levene de las cuales se asume que las varianzas son iguales (datos actuales y propuestos) y el resultado proporciona un valor de 0.114, por lo tanto, es mayor a α ; esto quiere decir que se acepta el criterio que las varianzas son iguales.

Gómez, Danglot y Vega (2013), consideraron: “cuando la distribución de los antecedentes o datos no es normal, la información numérica se expresa en términos de la moda y la amplitud, la mediana y los percentiles” (p, 32).

Por lo tanto, ante el incumplimiento de uno de los criterios, se estableció que el tipo de prueba a ejecutar será la U de Mann-Whitney, esto debido al resultado obtenido a través de la prueba de normalidad la cual constituye que la presente investigación es un prueba no paramétrica.

3.2. Resultados inferenciales

Para Del Cid, Méndez y Sandoval (2013) definieron: “La formulación de hipótesis supone diferencias en cuanto a complejidad e implicaciones en su planteamiento cuando se realizan para las ciencias exactas, a diferencia de los planteamientos para las ciencias sociales, como es el caso de las ciencias empresariales” (p. 63).

Ante ello, se generó 2 hipótesis para la presente investigación; la primera siendo H_0 la cual está constituida por aquella que rechaza la investigación y por otra parte tenemos la H_1 la cual acepta el planteamiento del investigador.

Hipótesis general de la investigación

H_0 : El modelo EOQ con faltantes no logra optimizar significativamente el costo total de inventario en la empresa Sodimac, Lima, 2018.

H_1 : El modelo EOQ con faltantes logra optimizar significativamente el costo total de inventario en la empresa Sodimac, Lima, 2018.

Se revisó a través del sistema SPSS, la cual es un software estadístico informático que nos ayudó a conocer si la presente investigación acerca del Modelo EOQ con faltantes logra alcanzar el objetivo planteado en el capítulo I. Para ello se ejecutó la prueba U de Mann-Whitney para determinar si es menor a α ; de ser así, lograremos mostrar que sí hay diferencia significativa.

Calcular P-Valor de la Prueba:

La prueba U de Mann-Whitney es una prueba alternativa a la t de student y esto debido a que es una prueba no paramétrica, puesto que no logra cumplir el criterio de normalidad, la cual se constituye a través de la distribución normal o los supuestos de la prueba t .

La U de Mann-Whitney para 2 muestras independientes es la que se utilizó para la presente investigación, de las cuales se obtuvo los siguientes resultados que veremos líneas abajo; Ver tabla 16.

Tabla 16

Prueba de hipótesis U de Mann-Whitney – costo total

Estadísticos de prueba ^a	
	Valorizado
U de Mann-Whitney	103.000
W de Wilcoxon	293.000
Z	-2.263
Sig. asintótica (bilateral)	.024
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,023 ^b

a. Variable de agrupación: Costo total

b. No corregido para empates.

Se concluyó que al ser el P-value menor al nivel de significancia (α) establecido se valida la hipótesis del investigador ya que planteó la existencia de diferencias significativas respecto de las medianas de dichas variables, esto a través del resultado de significancia asintótica (bilateral) de las cuales se obtuvo un resultado de 0.024, por lo tanto, significa que el costo de total de inventarios con la aplicación del modelo EOQ es viable.

Hipótesis específica Nro. 1

Se estableció las hipótesis y se visualizó los resultados que arroja la prueba U de Mann-Whitney. Ver tabla 17.

Ho: El modelo EOQ con faltante no logra optimizar significativamente el costo de adquisición en la empresa Sodimac, Lima, 2018.

H1: El modelo EOQ con faltante logra optimizar significativamente el costo de adquisición en la empresa Sodimac, Lima, 2018.

Tabla 17

Prueba de hipótesis U de Mann-Whitney – costo de adquisición

Estadísticos de prueba ^a	
	Valorizado
U de Mann-Whitney	104.000
W de Wilcoxon	294.000
Z	-2.233
Sig. asintótica (bilateral)	.026
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	.025 ^b

a. Variable de agrupación: Costo de adquisición

b. No corregido para empates.

Al ser el P-value menor al nivel de significancia establecido, validó la hipótesis del investigador ya que planteó la existencia de diferencias significativas respecto al costo mencionado, esto a través del resultado de 0.026 que fue menor a α , por lo tanto, se aceptó la hipótesis del investigador; significa que el costo de adquisición con la aplicación del modelo EOQ con faltante es viable para este tipo de costo.

Hipótesis específica Nro. 2

Se estableció las hipótesis y se analizó los resultados que arroja la U de Mann-Whitney. Ver tabla 18.

Ho: El modelo EOQ con faltantes no logra optimizar significativamente el costo de pedido en la empresa Sodimac, Lima, 2018.

H1: El modelo EOQ con faltantes logra optimizar significativamente el costo de pedido en la empresa Sodimac, Lima, 2018.

Tabla 18

Prueba de hipótesis U de Mann-Whitney – costo de pedido

Estadísticos de prueba ^a	
	Valorizado
U de Mann-Whitney	103.000
W de Wilcoxon	293.000
Z	-2.263
Sig. asintótica (bilateral)	.024
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,023 ^b

a. Variable de agrupación: Costo de pedido

b. No corregido para empates.

Se verificó que al ser el P-value menor al nivel de significancia establecido, se validó la hipótesis del investigador que plantea la existencia de diferencias significativas respecto al costo de pedido, esto a través del resultado de 0.024 lo cual fue menor a α , por lo tanto, se aceptó la hipótesis del investigador; significa que el costo de pedido con el modelo EOQ con faltante es factible para este tipo de costo.

Hipótesis específica Nro. 3

Se estableció las hipótesis y se demostró los resultados que generan la prueba U de Mann-Whitney. Ver tabla 19.

Ho: El modelo EOQ con faltante no logra optimizar significativamente el costo de mantenimiento en la empresa Sodimac, Lima, 2018.

H1: El modelo EOQ con faltante logra optimizar significativamente el costo de mantenimiento en la empresa Sodimac, Lima, 2018.

Tabla 19

Prueba de hipótesis U de Mann-Whitney – costo de mantenimiento

Estadísticos de prueba ^a	
	Valorizado
U de Mann-Whitney	103.000
W de Wilcoxon	293.000
Z	-2.263
Sig. asintótica (bilateral)	.024
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,023 ^b

a. Variable de agrupación: Costo de mantenimiento

b. No corregido para empates.

Se finalizó que el P-value fue menor a α , por lo tanto, el nivel de significancia establecido validó la hipótesis del investigador, que plantea la existencia de diferencias significativas respecto al costo de mantenimiento, esto a través del resultado de 0.024 que fue menor a α , por lo tanto, significa que el costo de mantenimiento con el modelo EOQ fue posible para este tipo de costo ver resultados favorables.

Hipótesis específica Nro. 4

Se estableció las hipótesis y se demostró los hallazgos que generan la prueba U de Mann-Whitney. Ver tabla 20.

Ho: El modelo EOQ con faltantes no logra optimizar significativamente el costo de ruptura en la empresa Sodimac, Lima, 2018.

H1: El modelo EOQ con faltantes logra optimizar significativamente el costo de ruptura en la empresa Sodimac, Lima, 2018.

Tabla 20

Prueba de hipótesis U de Mann-Whitney – costo de ruptura

Estadísticos de prueba ^a	
	Valorizado
U de Mann-Whitney	98.000
W de Wilcoxon	288.000
Z	-2.409
Sig. asintótica (bilateral)	.016
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,015 ^b

a. Variable de agrupación: Costo de ruptura

b. No corregido para empates.

Se concluyó que al ser el P-value menor al nivel de significancia establecido, se validó la hipótesis del investigador que plantea la existencia de diferencias significativas respecto al costo de ruptura, esto a través del resultado de 0.016 que fue menor a α , por lo tanto, se aceptó la hipótesis del investigador mencionado líneas arriba; significa que el costo de ruptura con el modelo EOQ con faltante fue practicable para en esta investigación.

3.3 Otros hallazgos en la investigación

Con la aplicación del modelo EOQ con faltante se halló la cantidad óptima de pedido a través de las OC emitidas puesto que al ejecutar el modelo propuesto a la empresa Sodimac notamos que existió una disminución con respecto a las OC halladas según el histórico de Compras Vs el modelo propuesto para la investigación de materiales de tipología de clasificación A en la familia de Iluminación. Es por ello que se muestra en la siguiente tabla, ver tabla 21.

Tabla 21

Emissiones de OC.

Nro.	Ítems	OC emitidas GA	OC emitidas GP
1	barra led de alta potencia 15w/ml 4000°k	16	28
2	Cinta led de 14,4w/ml 24v ip65 4200°k. incluye transformadores	16	22
3	Cinta led de 8w/ml 24v ip65 4200°k. incluye transformadores	40	29
4	cinta led striscia led 4851 60 led mt nw ip65 l=5m	40	24
5	dado tomacorriente bipolar serie magic ticino con espiga a tierra	40	27
6	detector autónomo eco2 dual emp tic	56	30
7	lámpara sodio 220v 50w e-27 tubular a presión marca Philips - china	40	37
8	lámpara sodio 220v 70w e-27 tubular a presión marca Philips - china	40	32
9	Lámpara sodio 220v. 150w. e-40 tubular a presión	40	18
10	luminaria a prueba de explosiones halogenuro metálico 400 wc	40	33
11	luminaria hermética equipada con lampara 2x36w	168	68
12	Luminaria ii semirecta de sodio 70w. con fusible con equipo sin lampara	64	69
13	Luminaria iii media semirecta sodio 150w. con equipo y lámpara	40	17
14	luminaria tipo high bay led 250 w	32	15
15	luminaria tipo luz de guardia para exteriores equipada con halógeno 20w mod	40	15
16	luz de emergencia 2 x 18w halógeno 1.5h de batería	104	36
17	Luz estroboscópica hec3-24wr 24 vdc.	64	19
18	proyector de alta distribución con bombilla metal halide 400w, 380v	40	39
19	toma redondo 2p+t 10a mosaic, 1 módulo, blanco 077510 - legrand	40	22
TOTAL		960	580

Se demostró una vez más que la aplicación del presente estudio no solo favorece a través de los costos, sino que se ejecutó menos OC de las cuales brinda oportunidad de realizar otro tipo de actividades que ayuden a optimizar la gestión propia del departamento de Compras en la empresa Sodimac. Ver tabla 22:

Tabla 22

Diferencia porcentual de emisión de OC

N°	Descripción Artículo	OC Emitidas GA	OC Emitidas GP	Var
	Total general	960	580	39.58%

Esto se interpretó que el modelo propuesto de gestión de inventarios genera un 39.58% menos de esfuerzo para la emisión de OC en la empresa Sodimac de la investigación de materiales de tipología de clasificación A en la familia de Iluminación.

Sin embargo no podemos dejar de lado la evaluación inferencial de este hallazgo adicional; podemos formular las siguientes hipótesis con la finalidad de re afirmar que esta investigación no solo ayudó a optimizar el costo total de inventario sino además que ayudó a generar emisiones de OC en menor proporción en función de la gestión inicial, esto permite un análisis al detalle de cada compra que puede realizarse, es por ello que planteamos las siguientes hipótesis; ver tabla 23:

Ho: El modelo EOQ con faltantes no logra optimizar la labor en la emisión de OC.

H1: El modelo EOQ con faltantes logra optimizar la labor en la emisión de OC.

Se demostró una vez más que la aplicación del presente estudio no solo se favorece a través de los costos, sino que se ejecutó menos OC de las cuales brinda oportunidad de realizar otro tipo de actividades que ayuden a optimizar la gestión propia del departamento de Compras en la empresa Sodimac. Es por ello que se demuestra, ver tabla 23.

Tabla 23

Prueba de muestras independientes – Emisiones de OC

Estadísticos de prueba ^a	
	OC
U de Mann-Whitney	68.500
W de Wilcoxon	258.500
Z	-3.311
Sig. asintótica (bilateral)	.001
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,001 ^b

a. Variable de agrupación: OC de emitidas

b. No corregido para empates.

Se concluyó que al ser el P-value menor al nivel de significancia establecido, se validó la hipótesis del investigador, que planteó la existencia de diferencias significativas respecto a la emisión de OC, esto a través del resultado de 0.001 que fue menor a α , por lo tanto, se acepta la hipótesis del investigador mencionado líneas arriba.

3.4 Beneficio del área logística con la aplicación del modelo

Se planteó un programa de capacitación orientado a los trabajadores del área de Compras directamente con las gestiones de inventarios y aprovisionamiento, lo que implica generar a mediano y largo plazo un beneficio a la empresa; otras acciones complementarias que puedan surgir producto de la capacitación. Ver tabla 24.

Tabla 24

Costo del programa de capacitación

Dimensión	Tema	N° talleres	Costo unit.	Subtotal
Gestión de inventarios	Conceptos básicos de inventarios	02	S/400.00	S/ 800.00
	Control de inventarios	02	S/400.00	S/ 800.00
	Buenas prácticas de gestión de existencias	02	S/400.00	S/ 800.00
Gestión de aprovisionamiento	Conceptos básicos del suministro	02	S/400.00	S/ 800.00
	Modelos de aprovisionamiento actuales	02	S/500.00	S/ 1000.00
Costo de programa				S/ 4,200.00

Robbins y Coulter (2014) afirmó que: “la capacitación es una labor indispensable concerniente a la administración del talento humano, que ayuda a los servidores desarrollar y acondicionar las habilidades a medida que van cambiando las exigencias profesionales” (p. 392).

A su vez, se detalla el cronograma en el cual se indica de qué manera se llevarán a cabo las capacitaciones propuestas. Ver tabla 25.

Tabla 25

Cronograma de capacitación propuesto

Dimensión	Tema	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Gestión de inventarios	Conceptos básicos de inventarios				X						X		
	Control de inventarios					X						X	
	Buenas prácticas de gestión de existencias						X						X
Gestión de aprovisionamiento	Conceptos básicos del suministro				X							X	
	Modelos de aprovisionamiento actuales					X							X

Las capacitaciones programadas según lo indica el cronograma en mención se desarrollarán de forma consecutiva y paralelamente para los temas de gestión de inventarios y aprovisionamiento. Ver tabla 26.

Tabla 26

Indicador de capacitación

Área	N° personas	índice	Estado
Almacén Tienda	10	0%	Previo
Almacén Tienda	10	100%	Posterior

Se estima contar con una asistencia del 100% de los trabajadores involucrados directamente en la gestión de inventarios de la empresa del área de logística motivo por el cual se espera lograr un índice de capacitación de 100% del personal asistente, cual, si comparamos al inicio del presente informe, la capacitación que se brindaba al área de Compras, ninguna abordaba el tema propiamente del departamento y con ello lograremos mejorar y adecuar las habilidades de cada uno de los integrantes del departamento de Compras a medida que van cambiando las exigencias del mercado actual.

IV. DISCUSIÓN

Este trabajo de investigación se determinó que el hallazgo encontrado es favorable, puesto que se logró obtener un P-value de 0.024 para el costo total de inventario dentro de la prueba U de Mann-Whitney, es decir, menor α , la cual validó la hipótesis del investigador. Esta afirmación se sustenta con el antecedente desarrollada por Nail (2016), donde obtuvo una reducción en el costo total de inventario de \$606,528,446 a \$603,283,017 anuales la cual utilizó una muestra de 319 artículos de tipo A y porque en su teoría consideró a Winston (2004) respecto a modelos de inventario y Vidal (2010) a la determinación de los costos de inventario. Esto se sustenta además en nuestra teoría de Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013) que para la determinación de los costos es importante conocer la tipología a través del ABC y el modelo EOQ con faltantes la cual se define como aquel que se compone de un tamaño de lote a pedir que minimice el costo total del inventario.

Por otro lado, este descubrimiento se sostiene con la investigación de Rivera (2014) cuyo desenlace del modelo EOQ utilizado logra la reducción del costo total de inventario representado en un 16% y porque en su teoría indica a través de Fernandez (2008) donde menciona el mejoramiento del control de inventario utilizando el método de ABC, flujogramas, implementación de nuevas dimensiones que favorecieron en su rendimiento. Esto se sostiene con nuestra teoría de Mora (2016), la cual indica que el modelo EOQ es la fuente de todos los esquemas de cálculo para la compra de mercancías para las empresas hoy en día.

Del mismo modo, el resultado estadístico obtenido se sostiene con la exploración desarrollada por Agüero (2013) que mediante la evaluación realizada del uso del modelo para la empresa Janssen S.A. se determinó que durante el primer semestre del año analizado se estimó reducir las compras en forma significativa, lo que asociado al comportamiento de venta esperado en dicho momento permitió reducir el nivel de inventario en un 25%, esto vinculado a sus bases teóricas la cual consideró a los autores Hair, Anderson, Tatham, y Black (1999) para los métodos de pronóstico utilizados y a los autores Chopra, Sunia y Meindl (2008) respecto al desarrollo del modelo EOQ. Por nuestra parte, aludimos a Escudero (2013) la cual indicó que la gestión de aprovisionamiento comprende desde la planificación como gestión de compras y el uso de técnicas que faculte mantener existencias mínimas.

Igualmente, el resultado obtenido dentro del costo total obtenido en nuestra

investigación, es decir, P-value de 0.024 la cual aceptó nuestra hipótesis; ésta re afirma en la inspección de Vergara (2017) donde evidencia que a través del uso del método ABC se logró obtener un mayor control al identificar el 20% de artículos o 170 unidades que ocasionan el 80% de la inversión económica; éste mismo alude en la teoría de Zapata (2014) donde se habla de la importancia del control de inventarios, también tenemos a Backer (2008) y Guajardo (2011) para abordar sistemas para control de inventarios, es por ello que nuestra investigación se sustentó con la teoría de Causado (2015) la cual manifestó que el método del ABC consiste en la clasificación de acuerdo a la importancia de cada producto en el total de ventas, es por eso que, la clasificación para nuestro estudio en la empresa Sodimac, se consideró la categoría A con 19 artículos de la familia de iluminación.

Seguidamente, según nuestro resultado la cual mostró que existe significancia significativa nos apoyamos en Kenneth (2016) la cual eliminó los pedidos urgentes y logró obtener un ahorro de 109K, además de ello logró estructurar funciones y procedimiento y manuales de compras, éste se apoyó en la teoría de Ferrán (2007) para abordar el tema de gestión de almacenes también tomó a Heizer y Render (2006) como referente de tipología de inventarios. Esto guarda relación con la teoría usada con Robbins y Coulter (2014) donde manifestó que la capacitación es una labor indispensable para la administración del talento humano que ayuda a los servidores desarrollar y acondicionar las habilidades, por esta razón, es que si logramos también abordar el tema de formación y desarrollo del talento humano, lograremos tener un mejor resultado.

Finalmente, sustentamos el ultimo antecedente de Barreto (2015) donde obtuvo el siguiente hallazgo que alrededor del 70% del material del almacén no era utilizado, el modelo logró reducir costos dándole credibilidad para ser aplicada a más productos, además disminuyó el costo de mantenimiento de taladros; este autor consideró como base teórica a los autores Manzini, Regattieri, Pham y Ferrari (2009) que desarrollaron los principales patrones para la caracterización de la demanda de repuestos, y los autores Molenaers, Baets, Pintelon y Waeyenbergh (2012) que plantearon el método de clasificación de ítems por criticidad. Además en la prueba estadística de T-Student Sig. (Bilateral) = 0,000; ($p \leq 0.05$), lo cual dio validez, afirmando el uso del modelo EOQ como solución viable, este resultado se asemeja con la prueba estadística de 0.024 de nuestra investigación hallado en el costo total de inventario.

V. CONCLUSIONES

Luego de presentados los hallazgos o resultados obtenidos, se presentan a continuación las siguientes conclusiones respecto del objetivo general y específicos, de las cuales detallamos a continuación:

Primera: Se concluyó el trabajo de investigación determinando los resultados o hallazgos encontrados son favorables, cumpliendo el objetivo principal de la investigación, al lograr la optimización del costo total de inventario sobre la base del modelo EOQ con faltante, esto comprueba los resultados estadísticos de las pruebas U de Mann-Whitney que arrojaron datos favorables al planteamiento de nuestra hipótesis ya que el valor de p-value fue 0,024 y menor a α , representado por 0.05; es decir, se rechaza la hipótesis nula, admitiéndose la hipótesis del investigador, logrando que el modelo EOQ con faltantes permite optimizar el costo total de inventario en la empresa Sodimac. Lima, 2018. Los resultados obtenidos antes de la propuesta eran de S/ 1, 399,217 y luego de aplicado el modelo de inventario es de S/ 771,255 soles, lo que ha generado un ahorro de S/ 627,962 soles anuales.

Segunda: En la hipótesis específica 1 argumentamos que el modelo EOQ con faltante logró optimizar significativamente el costo de adquisición en la empresa Sodimac, debido a que en la prueba de hipótesis U de Mann-Whitney se obtuvo una diferencia significativa, puesto que el resultado obtenido fue de 0.026 lo cual es menor a α y por lo tanto acepta la hipótesis del investigador, por otro lado, en la parte descriptiva se representa por un 44.04% de ahorro si comparamos la actual gestión de inventarios.

Tercera: En la hipótesis específica 2 exponemos que el modelo EOQ con faltantes logró optimizar significativamente el costo de pedido en la empresa Sodimac, se demuestra la importancia del modelo EOQ con faltantes debido a que logró la reducción y esto se demuestra a través de la prueba de hipótesis que se obtuvo y es representado en 0.024 y fue menor a α , es decir, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador; esto es representada a través de un 44.88% con respecto a la propuesta actual en cuanto al resultado descriptivo.

Cuarta: En la hipótesis específica 3 evidenciamos que el modelo EOQ con faltante logró optimizar significativamente el costo de mantenimiento en la empresa Sodimac representada por un 44.8% equivalente a 169k soles si comparamos al modelo inicial de gestión de inventarios, por otro lado, en la prueba de hipótesis se obtuvo una diferencia significativa, puesto que el resultado obtenido es de 0.024 lo cual fue menor a α y por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, quedando válida la hipótesis del investigador.

Quinta: En la hipótesis específica 4 alegamos que esta investigación logró optimizar significativamente el costo de ruptura en la empresa Sodimac y esto representado a través de un 46.19% lo cual es un equivalente 135k soles frente a la gestión inicial de inventarios, además, en la prueba de hipótesis se obtuvo una diferencia significativa, puesto que el resultado obtenido fue de 0.016 lo cual fue menor a α y por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, tomando en cuenta la hipótesis del investigador.

Como puntos adicionales, también se halló que el modelo EOQ con faltante no solo logra reducir el costo total de inventarios, sino además que las emisiones de las OC entre el modelo inicial y propuesto genera una reducción de 39.58% y apoyado de un resultado inferencial a través de una prueba de hipótesis (U de Mann-Whitney), logró una diferencia significativa de 0.001, es decir, menor a α , lo cual constituyó el rechazo de la hipótesis nula y la validación de la hipótesis del investigador.

Por otro lado, concluimos que debemos de tomar en cuenta que el programa de capacitación para el área de Compras es sumamente importante puesto que generará mayores beneficios no solo para la empresa en cuanto a seguimiento y obtención de resultados sino además que ayudará a contar con mejor personal calificado para la toma de decisiones.

Finalmente, concluimos que las investigaciones planteados en el capítulo I, dieron a conocer sus resultados finales sin la necesidad de descomponer las dimensiones que implica el costo total de inventarios que hemos propuesto, es decir, solo se logró contrastar el objetivo principal del modelo EOQ con faltante, lo cual es optimizar el costo total de inventarios.

VI. RECOMENDACIONES

Finalmente, se presentó las recomendaciones derivadas de la aplicación del modelo EOQ con faltante en la gestión de inventarios al optimizar el costo total de inventarios de la empresa, a continuación:

Primera: En una plaza donde la fidelización de los clientes es muy compleja a pesar de tener el 70% de participación en el sector de mejoramiento del hogar, es recomendable utilizar el modelo puesto que se obtiene un ahorro por más de 627K y logró obtener una diferencia significativa de 0.024 siendo menor a α lo cual invalidó la hipótesis nula y acepta la propuesta del investigador.

Segunda: Claramente se evidenció la falta de un modelo de gestión de inventarios definido, lo cual impactó en el costo de adquisición es por ello que con la aplicación del modelo EOQ con faltante logró optimizar los recursos, lo cual se recomienda poder aplicarlo.

Tercera: Por otra parte, uno de los componentes del costo total de inventarios es el costo de pedido que con la aplicación del modelo EOQ con faltante logró optimizar los recursos, lo cual se aconseja poder ejecutar el modelo.

Cuarta: Adicional a ello, una de las partes del costo total de inventarios es el costo de mantenimiento que con la aplicación del modelo EOQ con faltante logró optimizar los recursos, ante este escenario, apoyamos con la aplicación del modelo de inventario.

Quinta: Como parte de la composición del costo total de inventarios es el costo de ruptura que con la aplicación del modelo EOQ con faltante logró optimizar este tipo de costo, por esta razón, sugerimos adaptar el prototipo a la empresa investigada.

Por otro lado, se demostró además que la gestión de inventarios del modelo actual se realiza de forma empírica, debido a que se manifestó una tasa nula de capacitación, es decir, la falta de capacitación en materia de gestión de inventarios al personal de la empresa. Se recomienda dar continuidad a la propuesta mediante la aplicación del programa de capacitación propuesta para los trabajadores involucrados en las actividades de gestión de inventarios de manera que la mejora sea sostenible en el tiempo.

Se recomienda además la implementación del modelo EOQ no únicamente a nivel manual, sino valiéndose de la tecnología existente solicitarlo como un desarrollo del módulo de inventarios o gestión de almacén, de manera que el cálculo y su determinación sean programable y de fácil acceso para los trabajadores.

Se sugiere también a realizar una auditoría interna periódica, es decir, cada seis meses, en lo que respecta a la gestión de inventarios, de manera que puedan detectarse oportunidades de mejora y a su vez el levantamiento de posibles observaciones o no conformidades de darse el caso.

Se invita hacer extensiva esta aplicación del modelo EOQ con faltantes para los demás artículos y sedes de la empresa estudiada, de manera que pueda consolidarse el ahorro generado a nivel corporativo, lo que resultaría en un beneficio para la compañía y posibilitaría la reasignación de ese excedente generado para atender otros gastos y/o proyectos de inversión.