

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Escuela de Posgrado



Método de pronóstico para reducir los remanentes y costo
de almacenamiento

Tesis para obtener el grado académico de Maestro en Ingeniería y
Gestión de Cadenas de Suministro que presenta:

Marco Antonio Espejo González

Asesor:

Wilmer Jhonny Atoche Díaz

Lima, 2025


Informe de Similitud

Yo, Wilmer Jhonny Atoche Díaz, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada: MÉTODO DE PRONÓSTICO PARA REDUCIR LOS REMANENTES Y COSTO DE ALMACENAMIENTO, de el autor Marco Antonio Espejo González, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 16%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 9/04/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de investigación, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

Lima, 09 de abril de 2025.

Apellidos y nombres del asesor: <u>Atoche Díaz, Wilmer Jhonny</u>	
DNI: 08134370	Firma 
ORCID: ORCID: 0000-0002-0923-7608	

DEDICATORIA

A mi madre, esposa e hija, quienes, con un amor invaluable, contribuyeron al logro de este objetivo. Este éxito es tan suyo como mío.

A mi padre, quien siempre estuvo a mi lado, alentándome a superar obstáculos y que ahora, desde el cielo, me sigue protegiendo.

A mis hermanas y hermano, por sus enseñanzas, su apoyo constante y por estar siempre a mi lado en los momentos de duda y alegría. Gracias por su confianza inquebrantable en mí.



AGRADECIMIENTOS

A mis profesores de la maestría, quienes generosamente compartieron sus conocimientos y experiencias a lo largo de este proceso. En especial, agradezco al profesor Wilmer Atoche, cuyas vastas y admirables habilidades en matemáticas no solo me han enriquecido académicamente, sino que también tuve la fortuna de contar con él como mi asesor. Su orientación, paciencia y apoyo fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.



RESUMEN

En las empresas, el área logística enfrenta regularmente desafíos relacionados con las diferencias, quiebres y excedentes de inventarios. Este último se vuelve especialmente crítico en sectores como el de la moda, en particular en las empresas de retail de calzado, tal como se evidencia en el caso de estudio presentado.

Los excedentes de inventario en este tipo de empresas pueden transformarse en remanentes debido a un almacenamiento prolongado. Esta situación se genera cuando, durante el ciclo de vida comercial de un producto, no se logra vender la mercadería en su totalidad por diversas razones.

Estas problemáticas tienden a agudizarse cuando la cantidad pronosticada de demanda no coincide con la demanda real, lo que afecta directamente el flujo económico de la empresa, incrementando los costos de almacenamiento y otros gastos relacionados con el mantenimiento de remanentes. Para mejorar la precisión de los pronósticos, se propone seleccionar el método adecuado según el sector y los tipos de datos disponibles. Además, para evaluar su efectividad, se sugiere emplear un enfoque de costos de almacenamiento logístico, que, a diferencia de los métodos tradicionales, permite medir y monitorear el impacto de las decisiones sobre la cantidad de la mercadería adquirida.

Ambos métodos propuestos ofrecerán a la empresa herramientas clave para optimizar la gestión de inventarios. Asimismo, pueden adaptarse a otros tipos de negocios, ajustándolos a las características particulares de la demanda, el inventario y los recursos utilizados en el proceso de almacenamiento.

PALABRAS CLAVE: Pronóstico de demanda, remanentes, costo de almacenamiento.

ABSTRACT

In companies, the logistics department regularly faces challenges related to discrepancies, stockouts, and inventory surpluses. The latter becomes especially critical in sectors such as fashion, particularly in footwear retail companies, as evidenced in the presented case study.

Inventory surpluses in these types of companies can turn into leftover stock due to prolonged storage. This situation occurs when, during the commercial life cycle of a product, the merchandise is not fully sold for various reasons.

These issues tend to worsen when the forecasted demand does not align with the actual demand, directly affecting the company's cash flow by increasing storage costs and other expenses associated with maintaining surplus stock. To improve forecasting accuracy, it is proposed to select the appropriate method based on the sector and available data types. Additionally, to assess its effectiveness, it is suggested to employ a logistics-based storage cost approach, which, unlike traditional methods, allows for measuring and monitoring the impact of decisions regarding the quantity of merchandise purchased.

Both proposed methods will provide the company with key tools to optimize inventory management. Furthermore, they can be adapted to other types of businesses, adjusting them to the specific characteristics of demand, inventory, and the resources used in the storage process.

KEYWORDS: Demand forecast, remnants, storage cost.

INTRODUCCIÓN	10
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	12
1.1. Antecedentes.	12
1.2. Costos logísticos.	14
1.3. Costo de almacenamiento	16
1.3.1. Costeo basado en actividades (ABC, Activity-Based Costing)	18
1.3.2. Time Driven Activity-Based Costing System (TDABC)	19
1.4. Pronóstico de demanda	20
1.4.1. Modelo autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA)	21
1.5. Herramientas Lean	22
1.5.1. Diagrama de Pareto	22
1.5.2. Diagrama de Ishikawa	23
CAPÍTULO II: CASO DE ESTUDIO	24
2.1. Descripción de la empresa	24
CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO	30
3.1. Diagrama de Pareto	31
3.2. Análisis de stock: remanentes	32
3.3. Matriz 5 por qué	37
3.4. Matriz de enfrentamiento	40
3.5. Stock valorizado	44
CAPÍTULO IV: REVISIÓN DE MÉTODOS EXISTENTES	48
4.1. Costeo basado en actividades	48
4.1.1. Proceso de definición	48
4.1.2. Elección de recursos	49
4.1.3. Procesos seleccionados	51
CAPÍTULO V: PROPUESTA DEL MÉTODO	60
5.1. Método de costo de almacenamiento	60
5.2. Método de Pronóstico de demanda ARIMA	64
5.2.1. Componentes de ARIMA	65
5.2.2. Pasos para el pronóstico	65

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO	69
6.1. Análisis técnico	69
6.2. Análisis económico	73
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	84



ÍNDICE

TABLA 1 COSTO DE ALMACENAMIENTO	18
TABLA 2 MATRIZ 5 POR QUÉS	39
TABLA 3 MATRIZ DE ENFRENTAMIENTO	42
TABLA 4 TIEMPO DE PERMANENCIA DE REMANENTE POR TEMPORADA.	46
TABLA 5 COSTO DE SUMINISTROS.	50
TABLA 6 COSTO DE PERSONAL DIRECTO.	50
TABLA 7 COSTO DE EQUIPOS.	51
TABLA 8 COSTO TOTAL DE RECURSOS.	51
TABLA 9 RECURSOS ASIGNADOS POR PROCESO	53
TABLA 10 COSTO TOTAL DE RECURSOS POR PROCESO.	54
TABLA 11 ASIGNACIÓN DE TIEMPOS.	55
TABLA 12 CAPACIDAD DEL PROCESO.	57
TABLA 13 COSTO TOTAL DE LOS PROCESOS.	58
TABLA 14 COMPARATIVO DE COSTO.	59
TABLA 15 CÁLCULO DEL COSTO DE ALMACENAMIENTO	61
TABLA 16 COSTO DEL INVENTARIO POR TEMPORADA	63
TABLA 17 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	74
TABLA 18 FLUJO DE VENTA DE MERCADERÍA	76
TABLA 19 FLUJO ECONÓMICO	77



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 CADENA DE VALOR DE LA EMPRESA	25
FIGURA 2 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	26
FIGURA 3 CADENA DE SUMINISTROS	27
FIGURA 4 PROCESO DE RECEPCIÓN Y DESPACHO DE MERCADERÍA	28
FIGURA 5 STOCK POR TEMPORADAS.	30
FIGURA 6 PARETO DE PROBLEMAS DEL ÁREA LOGÍSTICA.	31
FIGURA 7 REMANENTES POR TEMPORADA Y TIPO DE CALZADO.	33
FIGURA 8 REMANENTES POR TIPO DE CALZADO.	34
FIGURA 9 REMANENTES POR TALLAS.	34
FIGURA 10 REMANENTES POR TALLA Y GÉNERO.	35
FIGURA 11 REMANENTES POR TALLA Y CATEGORÍA.	36
FIGURA 12 REMANENTES POR CATEGORÍA Y GÉNERO.	37
FIGURA 13 CAUSAS DE LA PRECISIÓN DEL PRONÓSTICO.	43
FIGURA 14 REMANENTES Y COMPRA POR TEMPORADA.	45
FIGURA 15 REMANENTE VALORIZADO POR TEMPORADA.	45
FIGURA 16 CORRELACIÓN ENTRE REMANENTES Y VOLUMEN DE COMPRA.	47
FIGURA 17 ELECCIÓN DE RECURSOS.	49
FIGURA 18 COSTO DEL INVENTARIO POR TEMPORADA	64
FIGURA 19 PRONÓSTICO DE DEMANDA ARIMA PARA EL CÓDIGO 402537.	67
FIGURA 20 PRONÓSTICO DE DEMANDA ARIMA MULTI SKU	68
FIGURA 21 MAPE: ACTUAL VS PROPUESTO	69
FIGURA 22 COMPARACIÓN DE PRONÓSTICOS	70
FIGURA 23 REMANENTE SOBRE EL ERROR DE PRONÓSTICO	70
FIGURA 24 COMPARACIÓN DE REMANENTES	71
FIGURA 25 COMPARACIÓN DE REMANENTES TOTALES	72
FIGURA 26 COMPARACIÓN DEL COSTO TOTAL DE ALMACENAMIENTO	72
FIGURA 27 AHORRO EN EL COSTO DE ALMACENAMIENTO	73

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las actividades logísticas en la compra y almacenamiento de materiales tienen como actividad común y transversal la gestión de inventarios, la cual permite disponer de la cantidad necesaria de materiales para acercarse al balance entre la demanda y el flujo de efectivo en la empresa.

Los inventarios gestionados correctamente, contribuyen en la reducción de remanentes que en el tiempo y dependiendo de la naturaleza de los materiales pueden ser sensibles a la obsolescencia, vencimiento, deterioro e inmovilización física en el almacén y de efectivo para la empresa.

Administrar los inventarios con herramientas de categorización, mediante la definición de niveles de stock apropiados, así como el uso de métodos de pronóstico reducen esa probabilidad de excedentes y sus posibles implicancias tanto en el costo de almacenamiento como en la liquidez de la empresa.

El almacenamiento como cualquier actividad logística, implica la generación de costos, los mismos que debemos conocer para gestionarlos y establecer objetivos. Para determinar este costo, se realizará una revisión bibliográfica de los métodos de costeo basado en actividades ABC y TABC que permita comprender su estructura y componentes, tomando en cuenta que están asociados a todos los gastos en que incurre una empresa por el hecho de disponer de stock para atender la demanda, siendo estos gastos fijos o variables.

Conocer los costos logísticos y puntualmente el de almacenamiento, permite determinar con objetividad el margen de utilidad y contribución de la operación. Asimismo, podemos identificar aquellas actividades que afectan sobre el resultado esperado y que sirven de punto de referencia para realizar alguna mejora en el proceso que contribuya en la productividad y eficiencia del flujo de almacenamiento de los materiales.

A pesar de la importancia por disponer con costos y pronósticos precisos, esto resulta una tarea compleja, en algunas empresas está expuesta a criterios subjetivos y tradicionales. Asimismo, estos sistemas de costeo no se encuentran necesariamente alineados con el desarrollo de las operaciones logísticas, en tanto, los pronósticos no siempre consideran factores estacionales y de tendencia que permitan acortar los niveles de remanentes. A medida que se presenta mayor volumen de datos y complejidad en la operación, disponer de métodos más precisos para la toma de decisiones adquiere más importancia. Ciertamente, decisiones basadas en estrategias (tiempo de entrega, bajos costos, políticas de desabastecimiento, etc.) que proporcionen un ahorro en costos y aumento en las ganancias

Una buena teoría es parsimoniosa, comprobable y lógicamente coherente. Por lo tanto, el marco presentado en la presente investigación está enfocada en los métodos de pronóstico, así como en los costos logísticos, específicamente en el costo de almacenamiento será probado mediante investigación empírica. En ese sentido, resaltando la necesidad de definir el método más apropiado, se pretende realizar una revisión bibliográfica y de investigaciones a partir de la base de las definiciones de autores como Ronald Ballou, Sunil Chopra, Peter Meindl, Adolfo Carreño y Julio Anaya, entre otros, que permitan realizar un análisis y definición de variables apropiadas para la elección del método de pronóstico así como el sistema de costeo apropiado, homogéneo y de mayor precisión para empresas con almacenes propios. La investigación también abarcará la comprobación de su aplicación, buscando la intersección entre la teoría, estructuras y casuística para intentar fundamentar los conceptos teóricos con la realidad y en la medida de lo posible, contribuir a la materia logística.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

En la presente investigación, se describen los principales conceptos que servirán de punto de referencia para la elaboración de esta investigación, definiciones teóricas obtenidas de libros, papers y otras investigaciones previamente realizadas por otros autores. Los principales temas para detallar en este capítulo son los métodos de pronóstico y los costos de almacenamiento.

1.1. Antecedentes.

Son diversas las perspectivas y metodologías empleadas para el costeo en las cadenas de suministro y especialmente lo que refiere a costos logísticos y de almacenamiento. Algunas de estas metodologías fueron abordadas por (Orjuela-Castro & Suárez-Camelo, 2016).

Luego de determinar una taxonomía, expusieron de manera detallada los costos y procesos aplicados por distintos autores, también revisaron las diferencias fundamentales entre las siguientes metodologías de costeo: ABC (Activity-Based Costing), TCO (Total Cost of Ownership), SCC (Supply Chain Costing) y SCTCM (Supply Chain Time-Cost Mapping).

Los autores concluyen que los costos logísticos y su relación con el desempeño de las cadenas de suministros han sido ampliamente estudiados; no obstante, advierten la importancia de establecer una metodología que pueda determinar claramente cómo costear a partir de un enfoque propia del área logística que permita mejorar el rendimiento financiero y operativo, tomar decisiones con una visión holística, así como, implementar de estrategias sobre el flujo de materiales e información.

En este contexto, (Lambán, Royo, & Valencia, 2013), realizaron una revisión de la literatura mostrando que las aplicaciones de los modelos analíticos existentes se dan mayormente en entornos de fabricación y coinciden que las metodologías tradicionales de costeo tales como ABC y Time Driven Activity-Based Costing System (TABCS) no

satisfacen las presentes necesidades empresariales por lo que en los últimos años se han propuesto nuevos métodos de costeo los cuales, sin embargo, aún resultan imprecisos. A partir de ello, los autores presentan una nueva metodología para la determinación del costo de almacenamiento de un producto, extrapolable a todos los eslabones de la cadena de suministro. Asimismo, propusieron un nuevo inductor de costo, el índice logístico, el cual contribuye a brindar información más precisa que los métodos tradicionales.

Respecto a la implicancia de los costos (Estrada, Ocampo, & Ballesteros, 2010), analizan cómo influyen los costos logísticos en el proceso de crear valor para clientes, proveedores y para la misma empresa. Parten de la premisa que para mantener un elevado nivel de servicio al cliente se debe tener la capacidad de atender los requerimientos en el tiempo y lugar, pero para lograrlo se debe mantener inventarios (existencias y almacenamiento) y esto cuesta. Para ello es importante controlar los costos logísticos para lograr un equilibrio con el nivel de servicio ofrecido al cliente.

Conocer los costos logísticos y puntualmente el de almacenamiento, permite determinar con objetividad el margen de utilidad y contribución de la operación. Asimismo, podemos identificar aquellas actividades que afectan sobre el resultado esperado y que sirven de punto de referencia para realizar alguna mejora en el proceso que contribuya en la productividad y eficiencia del flujo de almacenamiento de los materiales.

Para gestionar los niveles de inventario almacenados, debe emplearse herramientas cuantitativas que permitan acercarnos a un equilibrio con la demanda. Las herramientas de pronóstico acortan las probabilidades quiebres y excedente en la medida que se identifiquen patrones de tendencia y estacionalidades, así como, se tomen en cuenta criterios para la agrupación de datos.

Son diversos los métodos de pronóstico que se pueden emplear, la elección dependerá de la cantidad de datos históricos, así como los patrones de demanda identificados en los datos. (Fattah, 2018) realizó el análisis y contribución del método

ARIMA para la planificación del abastecimiento y a toma de decisiones en las que están involucrados los inventarios.

Para (Bich Chau, Hung Le, Tien Nguyen, Thuy Nguyen, & Hien Do, 2021), Un pronóstico con mayor precisión, proporcionará información para una planificación eficiente de la producción, el inventario y la distribución, ayudando así a las empresas a reducir los costos operativos y mejorar la eficiencia del suministro. Además, en la investigación que elaboraron lograron identificar una mayor eficiencia del modelo ARIMA respecto a otros métodos de pronóstico.

Emplear el método ARIMA permite analizar la relación entre la precisión del pronóstico y el rendimiento del inventario (M.Z. Babai, 2013). Además, concluyeron en los beneficios potenciales del intercambio de información de previsión entre el minorista y el fabricante.

1.2. Costos logísticos.

La logística participa activamente en los procesos de toma de decisiones a nivel estratégico, táctico y operativo, teniendo como soporte el análisis de costos y gastos que se encuentran estrechamente relacionados a los procesos de abastecimiento, almacenamiento, inventarios y distribución de mercadería (Uribe & Escalante, 2014).

El costo logístico está referido a todas las erogaciones realizadas por la empresa en la compra o fabricación de un bien tangible o intangible, así como otros costos necesarios para darle la condición y ubicación, por ejemplo, el flete al transportar inventarios desde aduanas hasta la empresa, los estibadores que se contratan para ubicar los inventarios adquiridos, los permisos y/o licencias para comercializar algún producto adquirido (Alarcón, 2019).

Este costo se compone de otros costos que se definen a través de criterios técnicos, operativos, administrativos y sobre una base conceptual propia a cada giro de

negocio. La base de cálculo para este costo logístico corresponde a la adquisición o aprovisionamiento y al costo de almacenamiento, definición que realiza (Ballou, 2004).

Son todos aquellos costos en que se incurren desde que el artículo ingresa al almacén, se almacena y se entrega al cliente final y si bien estos procesos no incrementan el precio del artículo, esto influye en el margen (Díaz & Jesusi, 2019).

De acuerdo con el Fondo Monetario Internacional (FMI), los costos logísticos promedian un 12% del producto bruto interno mundial. Para las empresas, estos costos están en el rango desde 4% hasta un 30% de las ventas. Estos influyen en el desarrollo y optimización de la cadena de abastecimiento (Mora, 2021).

Estos costos pueden ser entendidos en la estructura propia de la gestión del inventario y pueden variar según el tipo y tamaño de la empresa, el stock, los canales de distribución y las características tanto de la demanda como la del cliente. Los costos se relacionan con un grupo de actividades y procesos que gestionan y controlan el flujo de materiales y de información (Orjuela-Castro & Suárez-Camelo, 2016)

(Henzer & Render, 2009) refieren que el costo de pedido se compone por la emisión de orden de compra, por el seguimiento a los proveedores, carga administrativa necesarios para realizar el pedido. En tanto, para determinar el costo de almacenamiento se toma en consideración el alquiler de almacenes, equipos y su depreciación, costos por flujo de operación, impuestos, costo de oportunidad del capital, seguros, costos de financiamiento, pérdidas, desechos, obsolescencia, entre otros.

Estos costos por lo general son bastante altos y pueden variar de acuerdo con el rubro, para (Vermorel, 2013), estos pueden representar el 25% del valor total del inventario. (Carreño, 2014), es más específico y determina que el costo de almacenamiento representa un 13.10% del valor del inventario.

Es importante contar con la información más exacta que respecta a los costos, resulta crítico en la toma de decisiones de diversas áreas de la empresa, desde la definición de políticas, controles, administración de recursos e inclusive, en la definición de precios. (Baykasoglu & Kaplanoglu, 2006) consideran que, para mantener una

posición competitiva, las empresas deben ser capaces de brindar productos o servicios de calidad, atender según los tiempos de entrega acordados, haciendo eficiente los costos en los que incurra la operación. Esta eficiencia, podrá alcanzarse, de acuerdo con (Gupta & Galloway, 2003) de contarse con información exacta.

En general, el propósito de la logística es agregar valor al producto, hay costos que están asociados con esa agregación de valor y a partir de la inversión en recursos, esos costos no son despreciables. La gestión típica enfoca sus esfuerzos en determinar el costo total y encontrar los puntos dónde poder reducir dicho costo, aunque sin objetivos claros (Masters, 2018).

La creciente necesidad de las empresas por reducir los costos logísticos en sus operaciones diarias y aumentar los beneficios para los accionistas ha generado que vean a las actividades logísticas como un foco para alcanzar estos objetivos (Quiñones, 2020).

1.3. Costo de almacenamiento

Es el costo que debe ser el primero en cuantificarse, ya que determinan la rentabilidad o no de poseer un almacén en la empresa; es una decisión opcional, ya que hay empresas que se ven obligadas a almacenar dada su actividad y el artículo que comercializan (Cruz, 2017). Este costo es relevante en la medida que incrementan o disminuyen conforme suben o bajan los niveles de inventario (John, John, Robert, & Brian, 2017)

La forma de cálculo no es tan sencilla. En el costo de almacenamiento intervienen elementos y criterios que derivan de la ubicación y el volumen almacenado, no debe incluirse gastos relativos a personal de almacén ni a sistema de movimiento de mercadería, que corresponden a costos de operación (Soler, 2009).

En este contexto, diversos autores incluyen variables asimétricas para obtener el costo de almacenamiento, descomponiendo la esencia que este debe preservar en la elección de los elementos que influyen en forma directa en el resultado. Se observan componentes subjetivos como dar la posibilidad de establecer un porcentaje y otros que

bien podrían formar parte de la estructura del costo operativo o logístico y que no deben influir sobre el costo de almacenamiento de los artículos tales como: seguros e impuestos que se pagan por el almacén y que son considerados por (Luyo & Quispe, 2018), pérdidas por robos u obsolescencia, maquinaria, infraestructura y sueldo de personal. Adicional, (Mauleón, 2021) toma en cuenta elementos como amortización del edificio, valor del suelo, costo de las estanterías, elementos fijos que integran la estructura del almacén (instalación de luz, calefacción, sistema antiincendios y otros).

En tanto, si acudimos al enfoque contable, estos reflejan el costo de oportunidad que se encuentra enlazado con el nivel de inversión (Collier & Evans, 2019).

Para (Ballou, 2004), este costo de almacenamiento refiere a conservar el inventario durante un periodo de tiempo y los agrupa en financieros, así como los que refieren al riesgo de mantener el inventario almacenado a consecuencia de robos, pérdidas, mermas, daños y obsolescencia.

Asimismo, para (Luyo & Quispe, 2018) El costo de almacenamiento se determina considerando el uso del espacio para almacenar la mercadería, siendo la manera correcta representarlo por metro cuadrado o cantidad de espacios empleados en un determinado periodo de tiempo.

El espacio es una variable de cálculo en la que (Anaya, 2015) coincide con (Luyo & Quispe, 2018) y agrega que dependerá de las características físicas, empaquetado y volumen de capacidad requerido para su ubicación.

Debe ser entendido como una expresión porcentual que varía según el tipo de material y el cuidado requerido, no demanda el mismo gasto un artículo almacenado a la intemperie respecto a otro que pueda necesitar un ambiente especial, por ejemplo, una cámara frigorífica. Además, debe tenerse en cuenta un factor correspondiente a la relación entre el costo del artículo y el volumen que ocupa (Boero, 2020).

En la tabla 1, se muestra un resumen de las principales consideraciones que tienen los autores para el cálculo del costo de almacenamiento.

Tabla 1

Costo de almacenamiento

Autor	Elementos	Observaciones
Anaya, 2015	Costo por unidad de almacenamiento (espacio) y costo del artículo.	Realiza un acercamiento a la medición del espacio, aunque considera la medición de acuerdo con la cantidad de pallets empleados.
Ballou, 2004	Pérdidas, obsolescencia y mermas.	Considera costos de operación.
Henzer & Render, 2009	Alquiler de almacenes, equipos, costos por flujo, seguros, pérdidas, desechos y obsolescencia.	Considera costos administrativos y de operación
Luyo & Quispe, 2018	Pérdidas, obsolescencia, maquinaria, infraestructura, sueldo del personal, empaquetado y espacio.	Considera costos de operación.
Mauleón, 2021	Amortización del edificio, valor del suelo, costo de estantería, instalación de luz, calefacción y sistema antincendios.	Considera costos administrativos y de operación

1.3.1. Costeo basado en actividades (ABC, Activity-Based Costing)

Es el método de costeo basado en actividades, también conocido como ABC, se centra en la identificación de las actividades que intervienen para la elaboración de un producto. Este método fue propuesto por vez primera por (Cooper & Kaplan, 1988) quienes presentaron este método de costeo como una herramienta útil para distribuir el costo total en proporción a las actividades desarrolladas.

Son varios autores que consideran que este método contribuye a las empresas (Stapleton, Pati, Beach, & Julmanichoti, 2004), logrando eficiencias en la administración de actividades y procesos, a la vez que contribuye a identificar aquellas actividades que

agregan valor y las que no, para tomar decisiones que favorezcan el desempeño logístico, mediante la eliminación, selección o reducción de actividades.

A pesar de las ventajas que presenta este método, hay algunos estudios realizados en contextos logísticos, (Pirttil & Hautaniemi, 1995) y (Hung, 2011) coinciden que gran parte de las aplicaciones documentadas de este método de costeo se ha limitado al sector de manufactura, mientras que han sido pocos los esfuerzos por emplearlos en otros ámbitos de la empresa.

Los cuestionamientos que existen respecto a este método coinciden que no provee de información precisa y que puede estar expuesta a la subjetividad, a su vez presenta ciertas limitaciones (Kaplan & Anderson, Time-Driven Activity-Based Costing. A Simpler and More Powerful Path to Higher Profits, 2004) tales como la gran complejidad que representa la elección de los inductores de costos apropiados para cada actividad. Estos inductores son las medidas cuantitativas que sirven para repartir el costo de las actividades, y en la medida que se elijan correctamente se obtendrá mayor precisión en el costeo de un producto. Ante esto, (Varila, Seppänen, & SUOMALA, 2007) sugieren que los inductores son un punto de optimización en este sistema de costeo.

1.3.2. Time Driven Activity-Based Costing System (TDABC)

Este método es una variación del ABC y fue propuesto por (Kaplan & Anderson, 2004), desarrollaron un nuevo sistema de costeo en que se puede aplicar de manera más fácil y efectiva, empleando el tiempo como clave de distribución de costos.

El método se presenta en la forma de ecuaciones de tiempo que reflejan los costos de diferentes objetos de costo teniendo en cuenta las particularidades del consumo de actividad que caracterizan los procesos productivos de cada producto particular (Santana & Afonso, 2015).

Con la implementación de este método, se redujo el número de actividades y la recopilación de información necesaria de diferentes servicios, y los objetos de costos se

cargaron usando unidad de tiempo en lugar de diferentes generadores de costos (Kemal & Levent, 2024).

El método TDABC consta de dos etapas. Primero, se establecen los costos de todos los recursos y los costos obtenidos se dividen por la capacidad, siendo dicha esta la capacidad de tiempo efectivamente ejecutada que emplea el personal para el desarrollo de la actividad. En la segunda etapa, estos costos unitarios de tiempo se multiplican por el tiempo total de cada producto para obtener los costos del producto. Esencialmente, el sistema se estructura mediante el estudio de tiempos.

El método TDABC ha sido empleado en diversos eslabones de la Cadena de Suministro y ha sido explorado por algunos autores tales como (Stouthuysen, Swiggers, Reheul, & Roodhooft, 2010) quienes muestran la implementación de este método, así como sus dificultades y beneficios.

1.4. Pronóstico de demanda

El pronóstico de demanda es el método en el que se utilizan datos históricos de ventas para crear una estimación de las perspectivas actuales de la demanda de los clientes. En condiciones de mercado competitivas, se requiere una adecuada toma de decisiones y planificación para futuros eventos relacionados con el negocio, como ventas, producción, necesidades de personal, etc. (Karthika, 2020)

Los pronósticos son una fuente de información primaria en el diseño del plan estratégico de la empresa, el cual se fortalece con el trabajo integrado de las áreas operativas. Un primer esfuerzo lo realiza el área comercial al incorporar datos subjetivos que se conocen acerca de los requerimientos de los clientes, la expectativa de la fuerza de ventas, la demanda potencial del mercado, las tendencias, las promociones y los esfuerzos de la competencia por mejorar su participación de mercado. Un trabajo similar aporta finanzas anticipando el impacto de las variables económicas del mercado.

Esta información recopilada deberá ser validada con los recursos, volúmenes de compra, tiempos de atención, disponibilidad de proveedores y márgenes de rentabilidad.

Aun cuando los pronósticos siempre estén equivocados y no sea tan sencillo desarrollar un método de pronóstico confiable, estos convergen con los objetivos de la cadena de suministros, que deben ser implementados pues afectan en gran medida la disponibilidad de almacenamiento y financiera, así como el diseño de los planes operativos y funcionales.

La demanda de artículos es uno de los tipos de series temporales más difíciles de pronosticar debido a su incertidumbre. Mediante la correlación se puede definir cierta estructura de los datos. En condiciones de baja o nula correlación, las observaciones tienen una media fija que fluctúan alrededor de la media. Sin embargo, cuando los datos están correlacionados, se puede clasificar en dos casos: estacionario y no estacionario. Si las observaciones del proceso varían alrededor de una media fija y tienen una varianza constante, este tipo de variabilidad se denomina comportamiento estacionario. Por otro lado, si la media de un proceso se desvía de un valor fijo, este comportamiento se denomina no estacionario (Kandananond, 2012).

1.4.1. Modelo autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA)

Este método es conocido como modelo autorregresivo de media móvil integrado diferencial. Es un método de series de tiempo que realiza muy pocas suposiciones y es muy flexible (S.L. Ho, 1998). Tiene fundamentos teóricos y estadísticos sólidos de análisis clásico de predicción de series temporales, que transforma una serie temporal no estacionaria en una serie temporal estacionaria y luego hace una regresión de la variable dependiente solo a su valor rezagado, el valor actual y el valor rezagado del término de error aleatorio. (Huang, 2023)

Los modelos ARIMA se hicieron populares a partir de Box y Jenkins (1976) y predicen los valores futuros de una serie de tiempo como una combinación lineal de sus valores pasados y los retrasos de los errores de pronóstico denominados innovaciones. Un modelo ARIMA (p, d, q) tiene tres parámetros. El parámetro AR (p) representa el orden del procedimiento autorregresivo, el parámetro (d) representa el orden de

diferencia en la serie temporal y el parámetro MA (q) representa el orden del proceso de promedio móvil. (Dritsaki, Niklis, & Stamatiou, 2021)

1.5. Herramientas Lean

La metodología Lean, fue definida por Toyota con énfasis en la gestión de procesos para obtener bienes y servicios de manera óptima, eliminando el desperdicio en cada área de producción. Esta metodología enfatiza el aumento de la velocidad de los procesos y se centra en identificar los pasos que no agregan valor y las causas de los retrasos, así como en eliminar la variación y tomar decisiones basadas en datos (Yamamoto J, 2010).

Lean, implica un conjunto de principios, prácticas y métodos para diseñar y optimizar procesos. El desarrollo de Lean se atribuye a la definición del Sistema de Producción Toyota de Taiichi Ohno. Ohno se propuso mejorar la eficiencia eliminando determinados tipos de desperdicios llamados muda, que involucran el empleo de recursos y tiempos, pero no añaden valor. Algunos ejemplos incluyen errores que necesitan rectificación, pasos de proceso innecesarios, movimiento de materiales o personas sin un propósito, esperas innecesarias porque la actividad previa no se entregó a tiempo y la creación de bienes o servicios que realmente no son necesarios para los usuarios finales. (Schweikhart SA, 2009).

Esta metodología se sostiene en herramientas de diagnóstico de causa – efecto, así como la identificación y análisis de los problemas que se encuentran inmersos en el proceso.

1.5.1. Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto es empleado para analizar problemas de forma sistemática, así como cuando existe una gran cantidad de problemas y recursos limitados para resolverlos. Cuando diseñamos correctamente el gráfico, se logran identificar las áreas más problemáticas siguiendo un orden de prioridad. Estas

prioridades pueden repetirse hasta en un 70% u 80% del problema en su totalidad. (Do Rosario, Mahlmann, Frozza, & Bueno, 2015)

1.5.2. Diagrama de Ishikawa

El resultado de un proceso puede atribuirse a varios factores, y entre estos pueden encontrarse una relación causa-efecto. Es posible determinar la estructura o relación de múltiples causas-efecto observando el proceso sistemáticamente. Es difícil resolver problemas complejos sin considerar dicha estructura, que consiste en una cadena de causas y efectos, y este diagrama es un método sencillo y fácil de representarla. (Do Rosario, Mahlmann, Frozza, & Bueno, 2015)



CAPÍTULO II: CASO DE ESTUDIO

Para evaluar la eficiencia del modelo propuesto en la presente investigación se realizará un caso de estudio en un centro de distribución de una empresa retail que almacena productos terminados y si bien el modelo será evaluado en un sector empresarial, se tiene como objetivo que este pueda emplearse en otros sectores.

2.1. Descripción de la empresa

La empresa elegida es del sector privado y de tipo de Sociedad Anónima Cerrada, inició operaciones a finales de la década de los noventa, ubicada en Lima y dedicada a la comercialización de calzados de las líneas deportiva y no deportiva de marcas propias y terceras, a través de 140 tiendas a nivel nacional, ventas por catálogo, *e-commerce* y ventas asistidas.

Misión

Generar una experiencia de compra inolvidable, ofreciendo lo mejor del calzado para toda la familia, a través de la integración de nuestros distintos canales de venta y el trabajo de un equipo comprometido con la calidad y la mejora continua.

Visión

Crecer con la satisfacción de nuestros clientes y colaboradores, hasta el punto de liderar la comercialización de calzados en todo el Perú, en el 2025.

Si bien la actividad primaria principal de la empresa es la comercialización, esta área requiere del acompañamiento de otras actividades primarias, así como el soporte de las áreas de apoyo:

Figura 1
Cadena de valor de la empresa



Actividades primarias: La Logística de entrada tiene a cargo la recepción de mercadería de proveedores locales y de importación, esto se realiza en el centro de distribución de la empresa; Operaciones en tanto, realiza sus actividades a partir de la distribución de carga inicial o reposición por venta sugerido por Planeamiento logístico bajo el concepto de *cross docking* para recibir y distribuir el 80% de la mercadería y mantener en stock la diferencia para las reposiciones.

Logística de salida, está a cargo del despacho de mercadería a las tiendas de Lima mediante la flota propia y a provincias mediante operadores de carga consolidada.

Marketing planea y ejecuta estrategias diferenciadas ATL y BTL para comunicar en los diversos canales de venta la disponibilidad del calzado disponible para cada campaña; por último, ATC da el soporte a la venta y atiende los reclamos de los clientes.

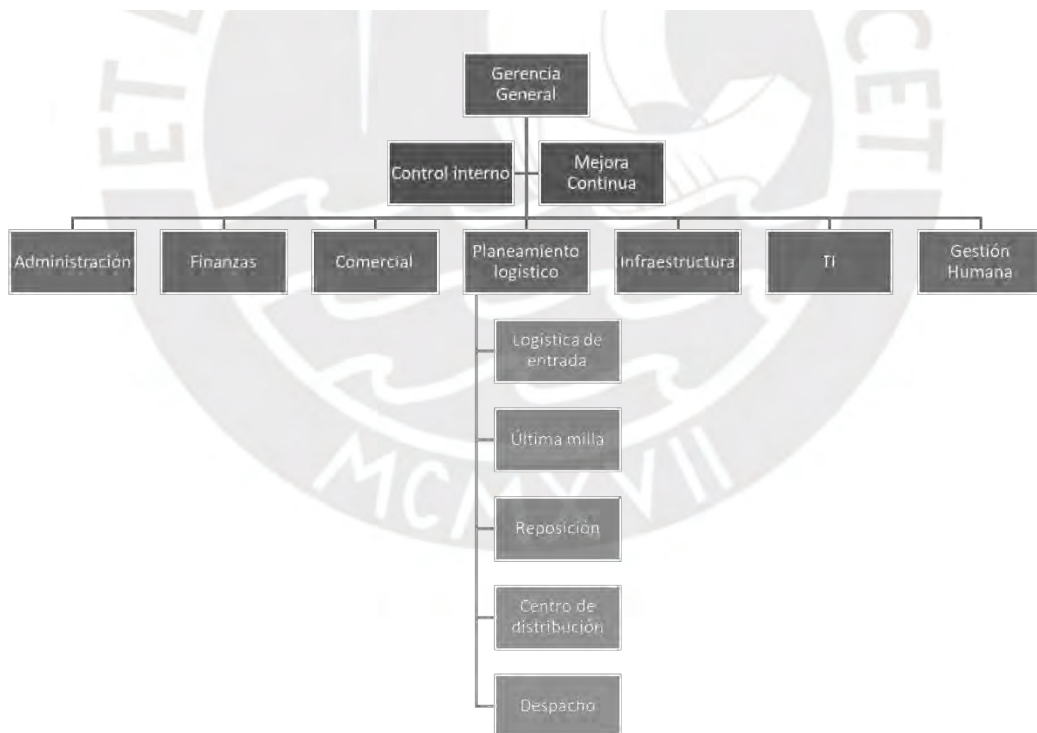
Actividades de apoyo: Control de calidad realiza la verificación necesaria de la mercadería que se recibe y también monitorea la producción de los proveedores locales

de marcas propias; Administración brinda el soporte para la continuidad del flujo documentario y de efectivo; En tanto, Tecnologías de la información, proporciona las herramientas necesarias para el procesamiento de operaciones y de datos para la toma de decisiones.

Gestión humana está a cargo de la contratación del personal operativo y administración, así como la administración de planilla y pagos y el desarrollo de la línea de carrera del personal.

La distribución y estructura de la empresa se muestra en el siguiente organigrama:

Figura 2
Organigrama de la empresa



La Cadena de suministro de la empresa involucra tres fuentes distintas de abastecimiento, una recepción de mercadería en un centro de distribución ubicado en

el distrito de Ate – Lima con capacidad para almacenar 220,000 pares de calzados y tres canales de venta.

Figura 3

Cadena de suministros



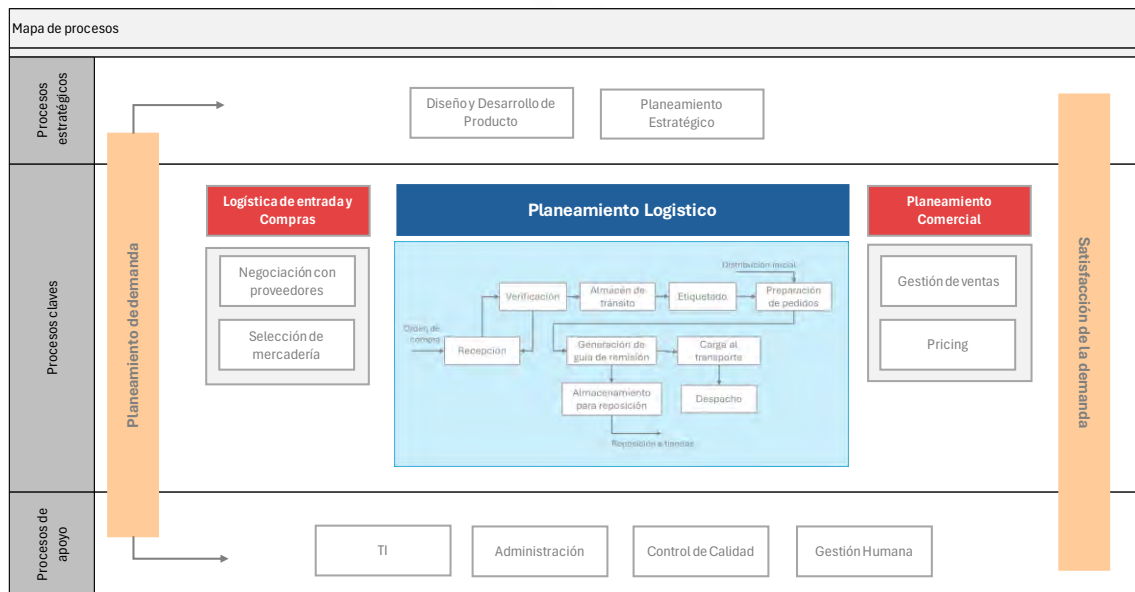
El flujo de operaciones se establece a partir del Planeamiento de demanda que trabajan en conjunto el área Comercial con Desarrollo y Diseño de Producto, tomando en cuenta la tendencia en la moda del mercado, así como la capacidad y restricciones de producción de los proveedores como en la demanda. Este plan deriva del Planeamiento Estratégico de la empresa, el cual permite que las demás áreas prevean los recursos necesarios para asegurar el cumplimiento y, sobre todo, satisfacer la demanda.

Para el área de Planeamiento Logístico, el plan de compras, así como las ordenes emitidas son el punto de referencia para realizar la recepción y demás actividades vinculadas a la verificación, etiquetado, generación de guías de remisión y otras que complementan el proceso. En tanto, el plan de reposición por carga inicial a tiendas sirve como plan operativo del almacén para despachar el 80% de la mercadería recibida y mantener el saldo para posterior reposición por ventas.

El almacenamiento de la mercadería se realiza según las zonas asignadas por tipo de calzado, marca y temporada. Mediante el almacenamiento caótico se aprovechan los espacios y se obtiene mayor productividad y eficiencia tanto en la recepción y preparación de pedidos al disponer del registro de ubicaciones.

Figura 4

Proceso de recepción y despacho de mercadería



A partir de indicadores como cobertura, surtido, rotación, demanda promedio y tiempo de permanencia se mide la eficiencia de la mercadería almacenada tanto en el centro de distribución como en los puntos de venta, lo que a su vez influirá en la relación con el flujo de efectivo.

Al administrar la reposición de 140 tiendas, se debe racionalizar la disponibilidad de mercadería y enviarse a las tiendas que cuentan con mayor rotación y menor cobertura. Este trabajo se agudiza en periodos de campaña y promociones para reducir la brecha entre los quiebres de inventario e incidencias por ventas perdidas.

Si bien, es importante contar con una mayor disponibilidad de mercadería para la venta, resulta necesario establecer si el costo de almacenamiento está afectando al

margen y con esta información poder tomar decisiones más apropiadas respecto a las acciones comerciales que busquen generar ingresos. Asimismo, al medir el costo de almacenamiento, los resultados pueden interpretarse con respecto al flujo de ingreso de mercadería respecto al volumen y sus descuentos, tiempo de permanencia y costo, para poder tener más información y argumentos de negociación con los proveedores.



CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO

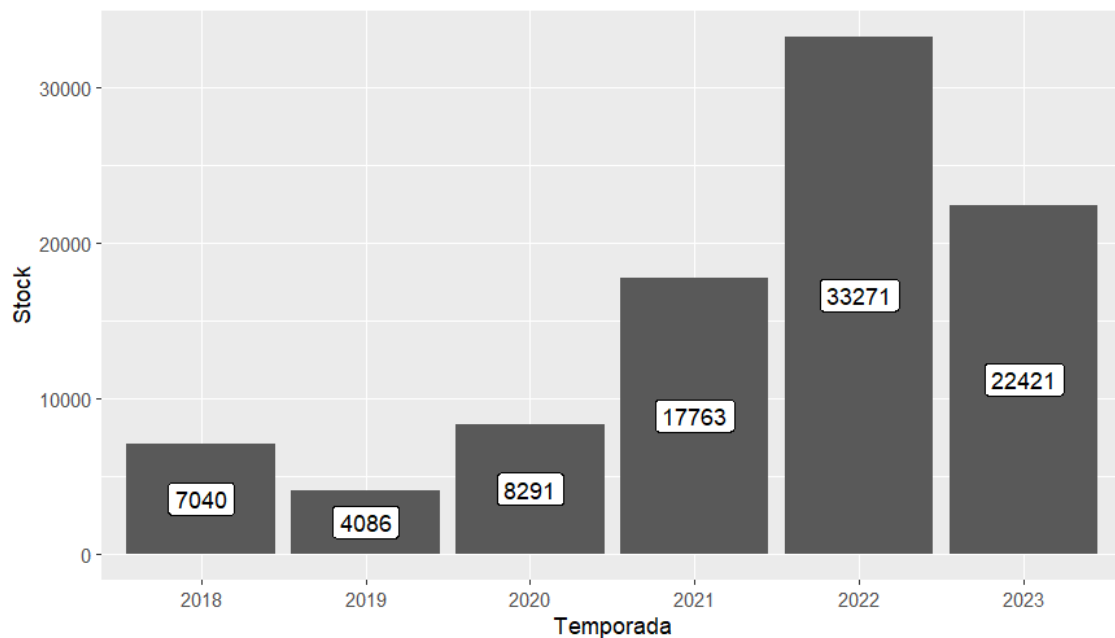
El sector de calzados al estar inmerso en la moda requiere de un monitoreo y control del ciclo de vida de la mercadería, para reducir los niveles de excedentes al término de la temporada.

En las empresas del sector se realizan diversos esfuerzos comerciales y logísticos para acortar los remanentes de stock, estos son un costo de oportunidad para la empresa y también acarrear otros costos relacionados al espacio que ocupan en el almacén y el tiempo de permanencia.

En el caso de la empresa que es materia de estudio en esta investigación, se puede observar que se mantienen remanentes desde el 2018. En tanto, el stock acumulado de temporadas pasadas es de 92,872 pares, ocupando el 44% de la capacidad de almacenamiento del centro de distribución.

Figura 5

Stock por temporadas.

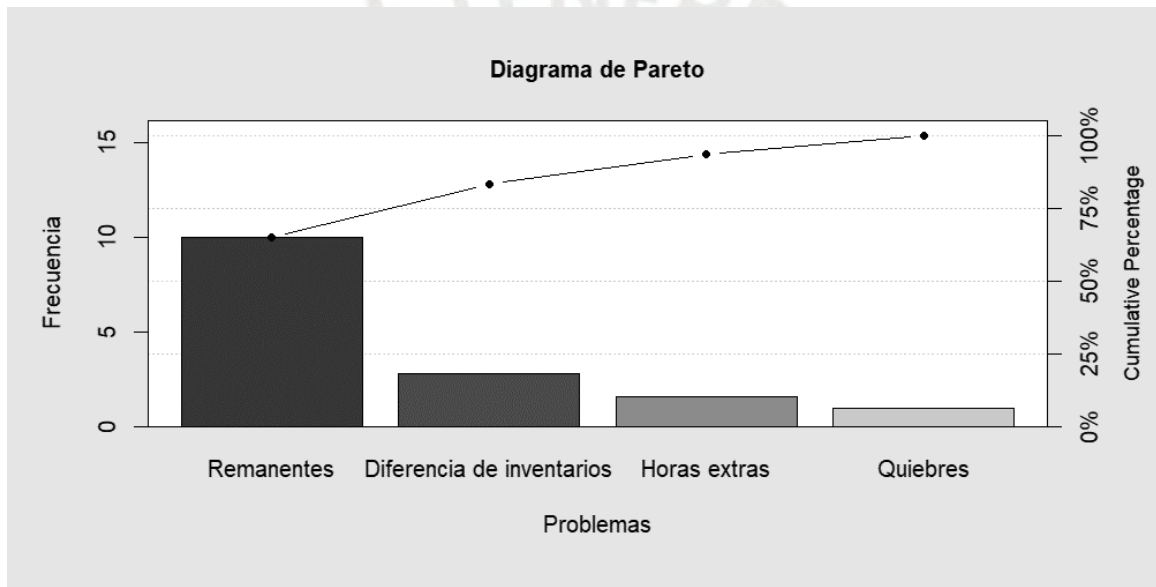


3.1. Diagrama de Pareto

Así como el costo de almacenamiento, el área logística de la empresa convive con otros problemas y mediante el Diagrama de Pareto se identifica la importancia a partir del impacto que estos tienen en la operación medido a partir por el gasto acumulado en los últimos seis años.

Figura 6

Pareto de problemas del área logística.



Los cuatro principales problemas de la que afectan a la operación logística son:

Quiebres de stock: Se presentan ante la falta de stock para cubrir la demanda en los puntos de venta y por consecuencia se cuantifican como una venta perdida. En el 2019 representaron el 3.70% del total de la facturación del año y en el 2023 logró reducirse a 1.30%.

Horas extras: La capacidad de recursos relacionados a espacios y mano de obra suele reducirse ante periodos de campaña y picos en la demanda dificultando el plan de operaciones del centro de distribución. Con el transcurrir de los años estos han

ido logrando mayor exactitud, empleándose también indicadores de productividad para acortarse los gastos.

En el 2020 el gasto por horas extras ascendió a 181,000 soles, siendo el año con mayor gasto y el 2023 se redujo a 32,000 soles.

Diferencia de inventario: Se consideran diferencias a aquellos sku's cuya cantidad en stock físico no coincide con la que indica en el sistema de la empresa. Estas pueden generarse tanto por la falta de procesos estandarizados, como por la falta de herramientas para reducir el margen de error.

La diferencia de inventario repercute en el cumplimiento de la preparación de pedidos para atender las reposiciones a tiendas, así como disponer la información errónea para realizar el pronóstico de la demanda.

En el último año la diferencia del inventario en la empresa alcanzó el 1.65% siendo el 2020 el periodo con menor precisión (2.85%).

Remanentes: Son los saldos de mercadería que no pudieron venderse al cierre de la temporada.

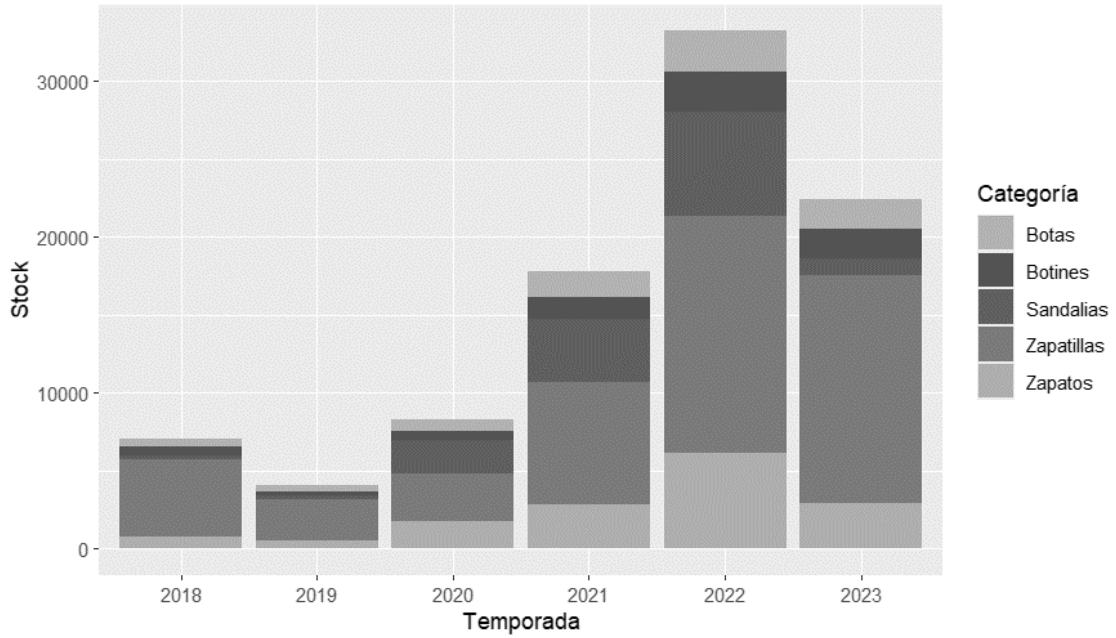
3.2. Análisis de stock: remanentes

El saldo de inventario por temporada puede ser analizado por diferentes atributos tales como: talla, género y categoría, para determinar sobre cuales se deberá propiciar las mejoras.

Como se muestra en la figura 7, en el 2022 se presentó la mayor cantidad de remanentes acumulados, los cuales mantienen una relación con el incremento del volumen de compra.

Figura 7

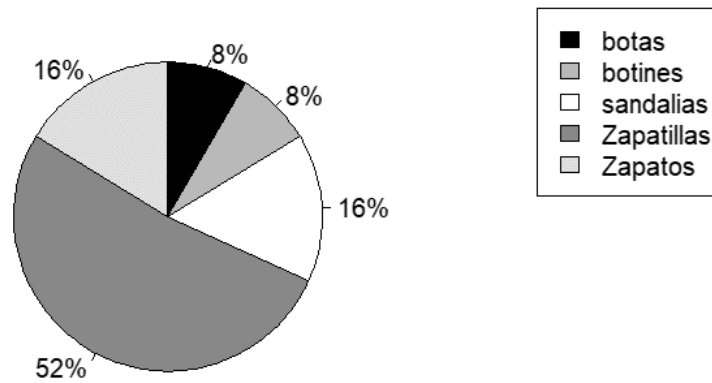
Remanentes por temporada y tipo de calzado.



Asimismo, se logra identificar que el 52% de los remanentes se encuentra en la categoría de zapatillas, esta proporción es importante, porque permitirá enfatizar las mejoras sobre esta categoría.

Figura 8

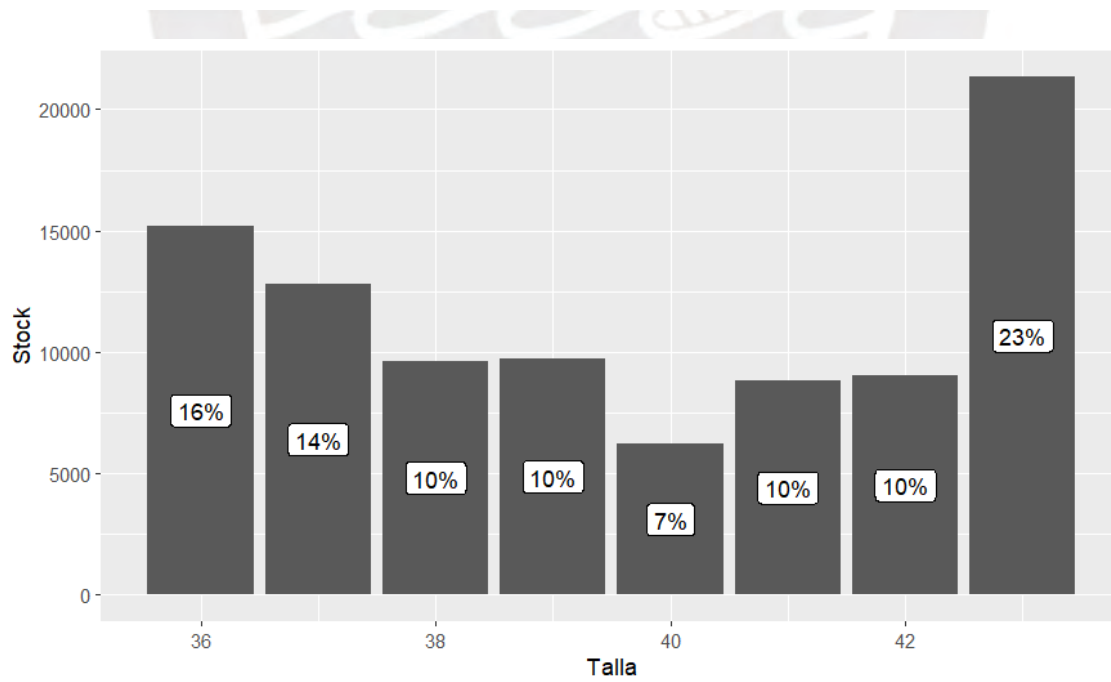
Remanentes por tipo de calzado.



Respecto al stock por talla, el 39% se concentra en las tallas extremo (36 y 43). En tanto, la talla 40 es la que mantiene menor cantidad de remanentes.

Figura 9

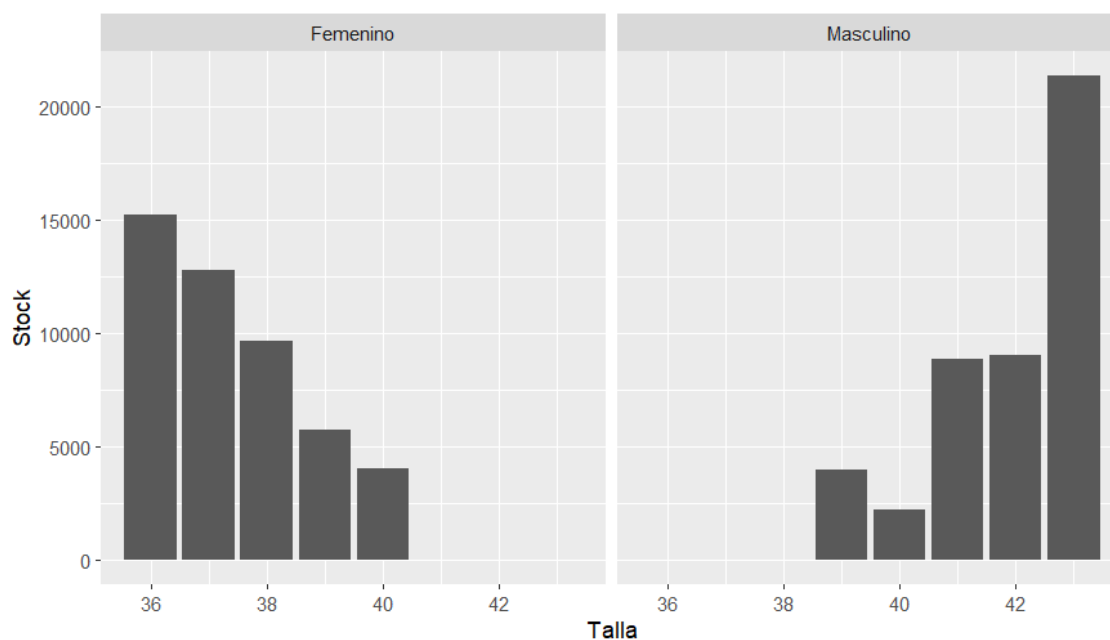
Remanentes por tallas.



Al desagregar el stock por género, se puede identificar que, en el caso de mujeres, la mayor cantidad se encuentra en la talla más pequeña (36) y en hombres en los calzados de mayor tamaño (43).

Figura 10

Remanentes por talla y género.



En el caso del mercado de calzado peruano, la demanda difiere a partir del somatotipo de los habitantes de las diversas zonas geográficas del país, es así como, por dar un ejemplo, los habitantes de la zona centro y sur tienden a usar tallas más pequeñas con respecto a los pobladores de la zona norte. Esta información se complementa con criterios asociados a la demanda para realizar el abastecimiento en ciudades que son zona de influencia para otras, pero con características climatológicas distintas.

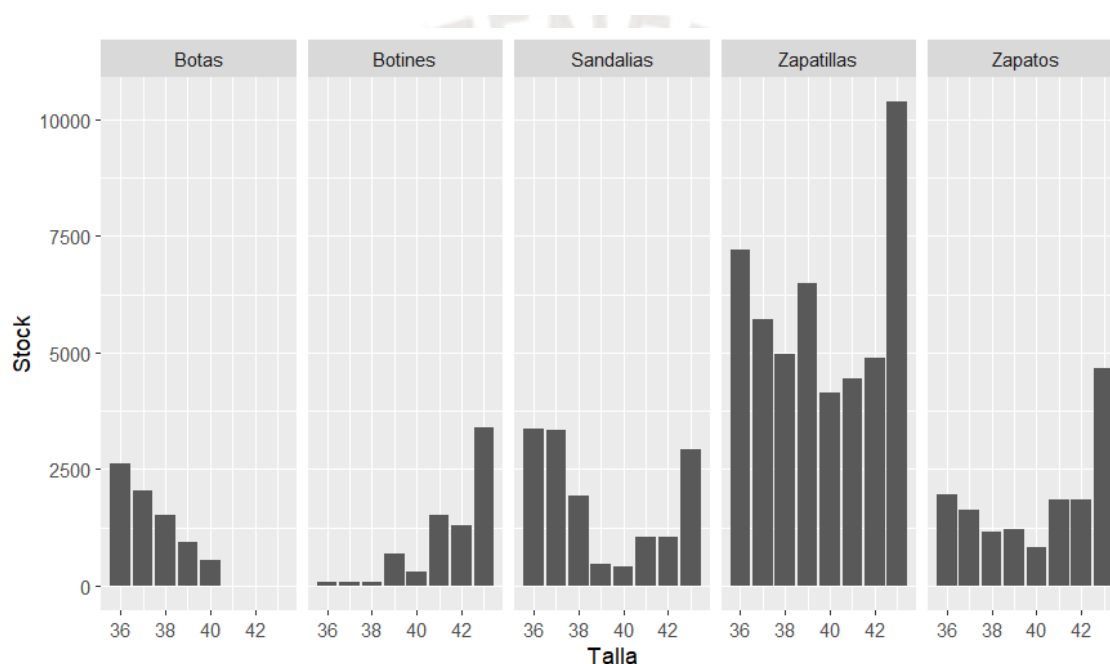
En ciudades como Tumbes y Trujillo, el abastecimiento no diferencia el tipo de calzado y tallas, es decir, pese a ser zonas de calor debe considerar la carga inicial y reposiciones de calzados de invierno porque pobladores de otras localidades y/o turistas compran los calzados para usarlos en otras ciudades. Lo mismo ocurre en ciudades

como Arequipa, Cusco y Tacna, en las cuales se realizan cargas de stock sin importar la estación del año.

Este comportamiento de las tallas se confirma al analizar el inventario por categoría, como se muestra en la figura 11, el stock se concentra en las tallas extremo, aunque en el caso de zapatillas se muestra un incremento en la talla 39.

Figura 11

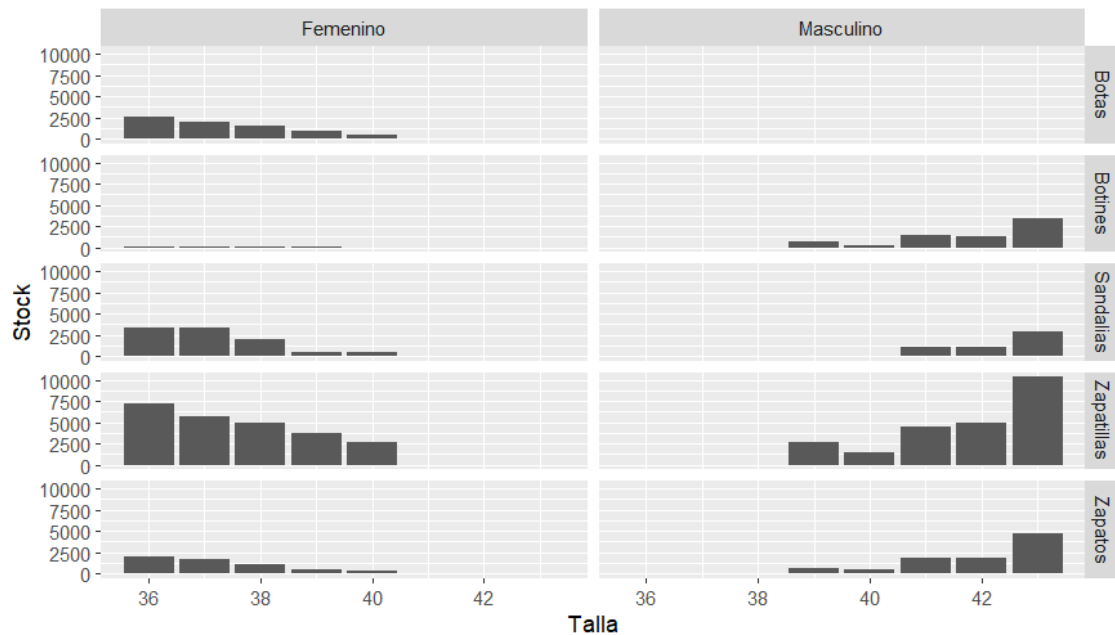
Remanentes por talla y categoría.



En la figura 12 se muestra el stock desagregado por género y categoría, esto permite entender que el stock de la talla 39 se concentra en mayor proporción en las zapatillas de mujer, aunque la sumatoria con el stock de hombre muestra el incremento total en esta talla.

Figura 12

Remanentes por categoría y género.



De los cuatro problemas identificados, el 89% se concentran en los remanentes de inventario, así como en las diferencias, y mediante la matriz de los 5 por qué se analizan las causas que influyen en el excedente que a posterior se convierte en remanente de inventario.

3.3. Matriz 5 por qué

Como se muestra en la tabla 2, los remanentes se generan en distintos momentos de la operación, así como, en el punto de venta que por errores en la exhibición se generan mermas de calzados que no se anticiparon para enviar a tiendas liquidadoras. Del mismo modo, no se tomaron medidas preventivas de monitoreo y acciones respecto al control del ciclo de vida, tampoco se efectuaron acciones de redistribución entre los puntos de venta ni las que refieren a acciones comerciales como promociones y descuentos para incrementar la probabilidad de ventas.

Estas acciones referidas al manejo de descuentos tan solo consideran el margen bruto sin considerar el costo que involucra el almacenamiento de la mercadería. Suele ignorarse en qué medida este costo afecta al margen y cómo al gestionarlo podría servir de una medida de control de los excedentes.

Frecuentemente, los excedentes en punto de venta son calzados de temporadas pasadas con baja rotación o en por pares o tallas únicas, que forman parte del margen de tolerancia que debe afrontar el negocio, porque pese a ser tallas de menor demanda la empresa debe comprar, aunque en menor cantidad o profundidad y los puntos de venta mantener en stock ante una eventual solicitud de los clientes.

Habitualmente las redistribuciones no se realizan o no se cumplen del todo, porque estos mismos excedentes restan capacidad de almacenamiento a las tiendas, esto normalmente se debe a que el área de planeamiento logístico realiza cargas adicionales de mercadería a los puntos de venta para liberar espacio en el centro de distribución. Otra razón importante, se debe a que los administradores de tienda requieren mantener un mayor nivel de stock y modelajes para cumplir con la cuota de venta, aunque sin mayor respaldo cuantitativo que justifique la solicitud.

En menor medida suele afectar las diferencias de inventario en la programación de reposición que realiza el área de planeamiento logístico con la finalidad de alinear la disponibilidad a nivel de pares y modelos de acuerdo con la capacidad de exhibición y almacenamiento de los puntos de venta.

Tabla 2

Matriz 5 por qués

5 por qués					
Planeamiento del problema	1. ¿Por qué la tienda genera excedentes?	2. ¿Por qué no se enviaron a tiendas de liquidación?	3. ¿Por qué no hay espacio en tiendas?	4. ¿Por qué se planificó una reposición adicional?	5. ¿Por qué hay excedentes de modelos?
¿Por qué hay remanentes de inventario en el Centro de distribución?	Porque son de temporadas pasadas.	Porque no se monitoreó el ciclo de vida por categoría.	Porque la tienda ha alcanzado su máxima capacidad de almacenamiento.	Porque hay diferencias de inventario en el CD y en tiendas.	Porque el área de Desarrollo de Producto eligió la cantidad de modelos de acorde al Plan de demanda.
	Porque tienen baja rotación.	Porque no se realizó la redistribución de mercadería a tiempo.	Porque necesitan de mayor stock para cumplir la cuota de venta.	Porque hay excedente de inventarios en el CD.	Porque el área Comercial sobreestimó la demanda.
	Porque son mermas de la exhibición.	Porque no se tomaron acciones comerciales.	Porque el pronóstico es mayor a la demanda real	Porque el área comercial solicitó mantener en el punto de venta las temporadas pasadas	Porque no proyectaron los remanentes de la última temporada.
	Porque no se enviaron a tiendas de liquidación.	Porque no había espacio en tienda para redistribuirlo.	Porque el área de planeamiento logístico envió una cantidad adicional de mercadería.	Porque hay un excedente de modelos	Porque no consideraron el costo de almacenamiento y el margen que se perdería al reducir el precio.

Estos excedentes implican que la mercadería esté inmovilizada ocupando espacio en el punto de venta o en el centro de distribución, que afecte el flujo de caja, que dificulte el control del inventario ante posibles pérdidas por robos, así como, en el proceso de planeamiento de demanda al disponer de data inexacta o con datos que no recogen los patrones reales de la demanda.

El método empírico e incipiente de pronóstico de demanda empleado por el área comercial refleja que el margen de error influye en el excedente que se presenta tanto en los puntos de venta como en el centro de distribución.

El área comercial tiene a cargo el pronóstico, el cual realiza a partir de un porcentaje de incremento con respecto a la venta del último año, este incremento suele oscilar entre 4 y 12%, el cual varía a partir de las condiciones de mercado.

El pronóstico sirve de base para que el área de Desarrollo y Diseño de Producto estime la cantidad de modelos y pares por temporadas a comprar de marcas terceras y abastecer de marcas propias a través de proveedores locales como de China. Esta forma de trabajo no emplea indicadores de margen de error de pronóstico como MAD, MAPE o desviación estándar que permitan monitorear y corregir los errores para luego incluirlos en los próximos periodos.

3.4. Matriz de enfrentamiento

Las principales causas identificadas en la matriz de los 5 por qué, son evaluadas en la matriz de enfrentamiento que permite determinar la importancia que estas tienen para abordarlas según el grado prioridad.

Para elaborar la matriz, se toma una escala de tres valores que va de cero a tres para identificar la importancia en el cruce de los factores.

Leyenda	0	1	2
	Menor importancia	Regular importancia	Mayor importancia

Para la asignación de los pesos de los factores de la matriz se toma en cuenta la asignación de recursos y el impacto directo sobre los excedentes.

Los resultados obtenidos se complementan con los de la tabla 2, definiendo al pronóstico como el factor más influyente, mientras que, el seguimiento de las coberturas es el menos influyente en los remanentes.



Tabla 3*Matriz de enfrentamiento*

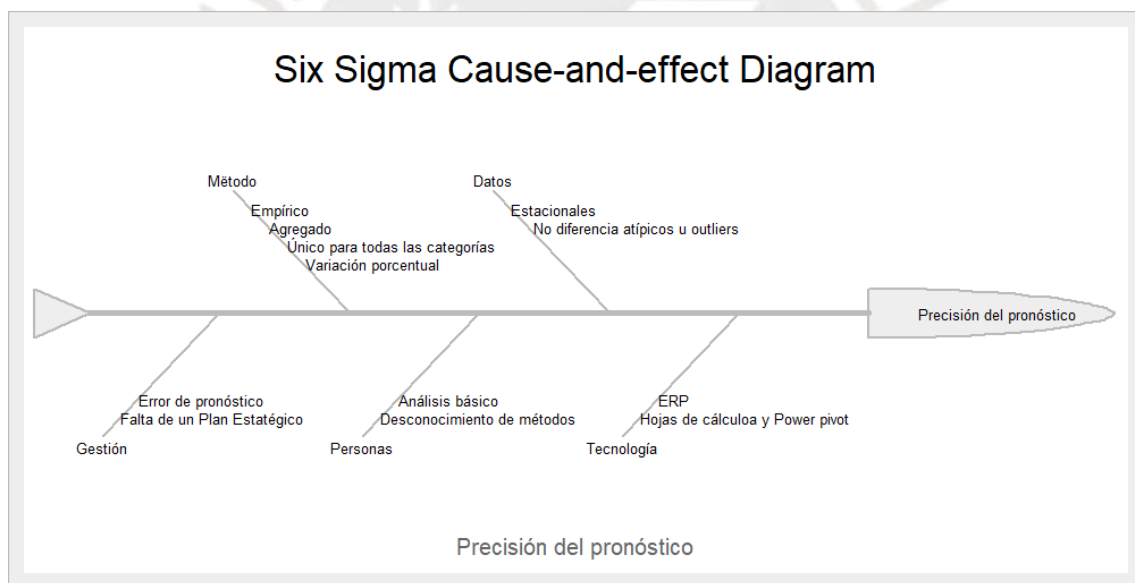
Factores	Pronóstico de demanda	Asignación de precios y descuentos	Elección de cantidad de modelos	Redistribución de mercadería	Seguimiento de coberturas	Total	Peso (%)
Pronóstico de demanda		2	2	2	2	8	35%
Asignación de precios y descuentos	2		2	1	2	7	25%
Elección de cantidad de modelos	2	2		1	0	5	15%
Redistribución de mercadería	2	1	1		0	4	10%
Seguimiento de coberturas	2	2	0	0		4	5%

Mientras el pronóstico de demanda mantenga un sesgo significativo, esto demandará mayor esfuerzo en el control de precios y asignación de descuentos para reducir el margen de excedentes. Asimismo, tendrá el mismo efecto en el seguimiento de coberturas de stock y en la toma de decisiones operativas para planear tareas de redistribución de mercadería.

Para entender la precisión del pronóstico se identifican las principales causas mediante el diagrama de causa – efecto o de Ishikawa. Estas causas se agrupan en las cuatro siguientes:

Figura 13

Causas de la precisión del pronóstico.



Método: No se emplea un método estadístico y menos se diferencia por tipo de calzados. La estimación se realiza considerando una variación porcentual respecto a la venta del año anterior.

Nivel de detalle del pronóstico es por categoría de calzado y no por marca y cantidad de modelos.

Datos: Se presentan patrones en algunas categorías de calzado y en otras como zapatillas no se muestra un patrón constante.

El método empleado no discrimina datos atípicos u *outliers*, esto incrementa el sesgo sobre el pronóstico.

Gestión: La Gerencia General no elabora un Plan Estratégico que sirva de directriz para el Plan de demanda y abastecimiento.

No se realiza un seguimiento al error de pronóstico que permita corregir los factores que influyen sobre el resultado.

Personas: El personal no emplea métodos estadísticos para el análisis de datos y valora la opinión de los supervisores y administradores de tienda.

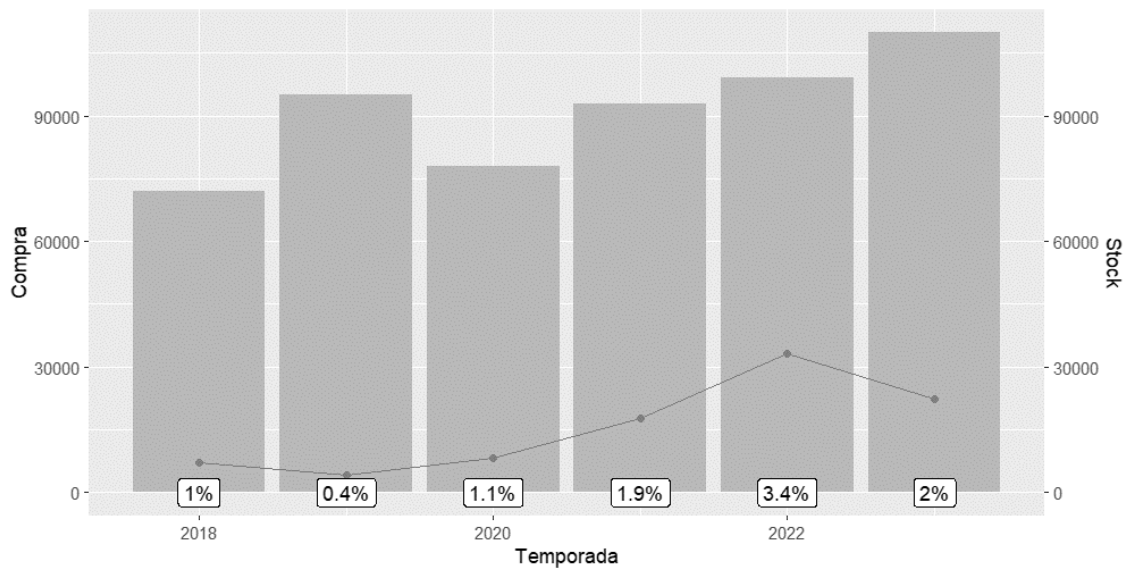
Tecnología: No se dispone de un sistema de pronóstico, el personal del área de planeamiento comercial emplea el power pivot para procesar el gran volumen de datos y con ciertas heurísticas realiza las proyecciones en hojas de cálculo.

3.5. Stock valorizado

Los remanentes pueden ser interpretados con respecto al volumen de compra anual de mercadería. Como se muestra en la figura 14, el promedio anual de remanente es del 2% y el 2019 ha sido el año con menor nivel de stock (0.4%) y si bien no representan un valor tan alto respecto a la compra anual, el valor acumulado representa mercadería y dinero inmovilizado para la empresa, esto incide en la liquidez y en el costo logístico de almacenamiento por el espacio que ocupa en el almacén, así como otros costos operativos y administrativos.

Figura 14

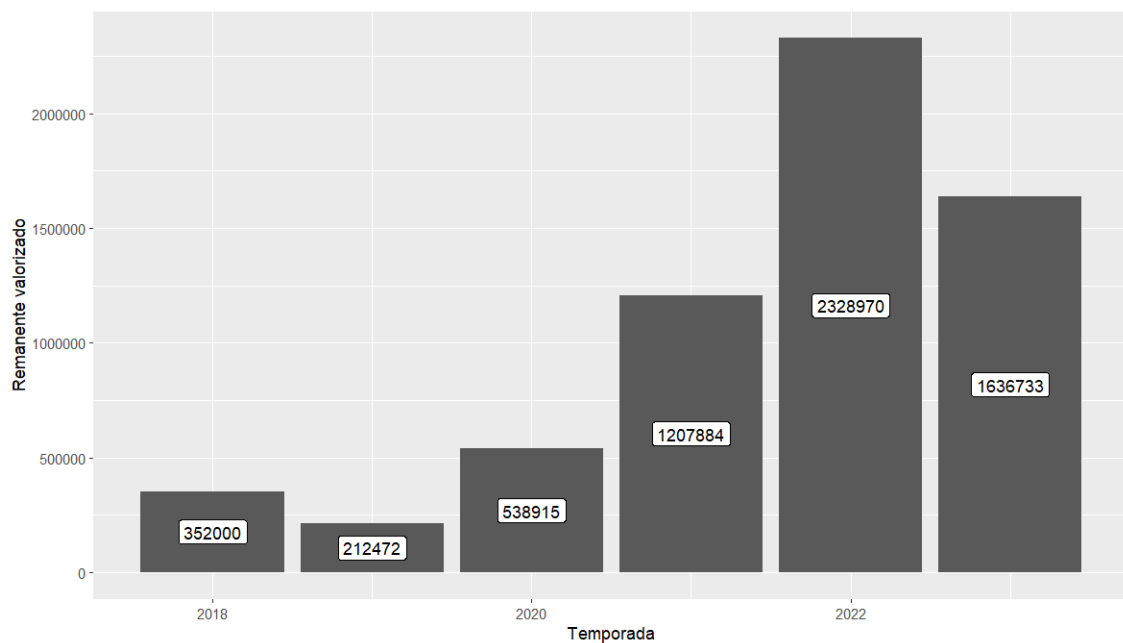
Remanentes y compra por temporada.



Los remanentes acumulados en los seis años representan un total de 6'276,974 de soles, siendo el 2022 el año que mantiene la mayor proporción (37%).

Figura 15

Remanente valorizado por temporada.



Estos remanentes tienen una antigüedad de seis años, los cuales no han sido gestionados con la importancia debida. Como se muestra en la tabla 4, se identifica el tiempo de permanencia del inventario, tomándose como referencia el último día de cada año con respecto a un corte de fecha al 30 de julio del 2024.

Para el caso de los remanentes de las temporadas anteriores hasta el 2020, en cantidades representa el 21% y el valorizado el 18% del saldo total de las temporadas. Estas cantidades, adicional al costo de almacenamiento que se calculará en el siguiente capítulo, acarrearán otras acciones y gastos administrativos como contables para la empresa.

Tabla 4

Tiempo de permanencia de remanente por temporada.

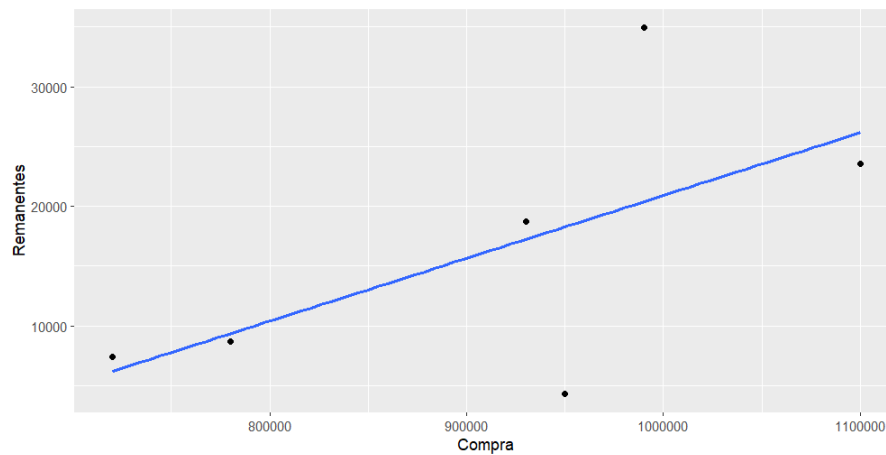
Temporada	Stock	Tiempo de permanencia	Costo unitario		Costo total	
2018	7040	2039	S/	50	S/	352,000
2019	4086	1674	S/	52	S/	212,472
2020	8291	1308	S/	65	S/	538,915
2021	17763	943	S/	68	S/	1,207,884
2022	33271	578	S/	70	S/	2,328,970
2023	22421	213	S/	73	S/	1,636,733
Total		6755			S/	6,276,974.00

De los datos procesados y revisados para realizar el diagnóstico, se puede concluir lo siguiente:

- Los remanentes y diferencias de inventario son los principales problemas en los cuales se encuentra inmerso el área logística de la empresa que sirve de materia de investigación.
- Como se muestra en la figura 16, los remanentes mantienen una correlación directa con el volumen de compra.

Figura 16

Correlación entre remanentes y volumen de compra.



- Los remanentes inciden principalmente sobre la categoría de zapatillas con un 52% de stock acumulado.
- El 39% de los remanentes se generan en las tallas extremo (36 y 43).
- A partir de las matrices de 5 por qué y de enfrentamiento, se debe revisar el método de pronóstico de demanda y, sobre todo, para reducir el margen de error en la categoría de zapatillas.
- Está la oportunidad de proponer métodos acordes a los patrones de demanda y, sobre todo, emplear una herramienta de pronóstico que minimice el margen de error.

En la presente investigación se propone reducir los niveles de remanentes mediante el uso de un método de pronóstico, así como indicadores de medición de precisión para reducir el margen de error y los efectos colaterales mediante la medición del costo de almacenamiento.

CAPÍTULO IV: REVISIÓN DE MÉTODOS EXISTENTES

4.1. Costeo basado en actividades

Para realizar el análisis de caso, se toman en cuenta los procesos y el desglose de recursos que intervienen en el almacenamiento de mercadería de la empresa. Primero, se analiza mediante el método de costeo ABC, identificando la participación de los recursos, esto permitirá definir la distribución del costo según el proceso.

Mediante la variante de este método, Tiempo invertido por actividad (TDABC) se realiza el costeo a partir del tiempo que se destina de cada recurso para la realización del proceso, debido a que los recursos no son fijos para cada proceso y estos pueden variar de acuerdo con la carga de trabajo.

A continuación, se describen los pasos necesarios en la estimación del costo a partir de los elementos que intervienen y que se definen en el siguiente proceso.

4.1.1. Proceso de definición

- **Agrupar los gastos y costos de la empresa**

Los recursos se tipifican en categorías y para este caso se consideran tres: suministros, personal directo y equipos.

- **Establecer el objeto de costo**

Se toman en cuenta los procesos que están involucrados en el almacenamiento de la mercadería (recepción de mercadería, almacenamiento, control de inventarios, picking y despacho).

- **Imputación de recursos**

Determinar si los recursos influyen directamente sobre el desarrollo de las actividades vinculadas al almacenamiento de mercadería. En el caso del personal, tanto las funciones que desempeñan de los supervisores como el personal de control de inventarios, no están destinadas en su totalidad al almacenamiento.

- **Definir inductores**

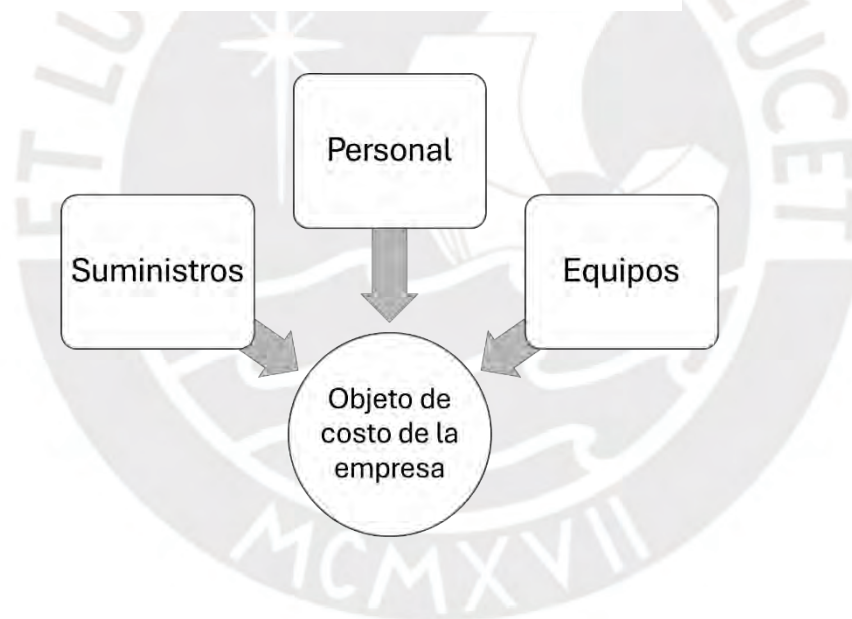
En caso los recursos no influyan directamente en el objeto de costo, debe establecerse a través de inductores la participación en el proceso.

4.1.2. Elección de recursos

Para el desarrollo de los procesos se emplean suministros, personal directo y equipos, que representan un costo para la empresa, cuyos valores influyen sobre el costo de almacenamiento de la mercadería. A continuación de detallan cada uno de ellos:

Figura 17

Elección de recursos.



Suministros

Son los materiales que se requieren para realizar las tareas operativas de despacho de mercadería. Para el cálculo del costo, se considera el volumen de compra promedio mensual.

Tabla 5*Costo de suministros.*

Suministros	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Cinta de embalaje	576	S/2.96	S/1,705
Etiquetas	8640	S/0.09	S/778
Total			S/2,483

Personal directo

Total de personas que participan de la ejecución de las actividades en los procesos de recepción, almacenamiento y despacho. En la siguiente tabla se muestra la distribución del personal por área y el sueldo mensual incluido los costos laborales.

Tabla 6*Costo de personal directo.*

Área	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Auxiliar recepción	15	S/1,680	S/25,200
Auxiliar almacenamiento	9	S/1,680	S/15,120
Auxiliar picking y despacho	18	S/1,680	S/30,240
Inventarios	2	S/1,680	S/3,360
Supervisores	3	S/3,500	S/10,500
Total	47		S/84,420

Equipos

Para el desarrollo de las actividades, cada proceso requiere de equipos que, como se muestra en la siguiente tabla, estos tienen un costo unitario de mantenimiento mensual.

Tabla 7*Costo de equipos.*

Equipos	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Impresoras	11	S/250	S/2,750
Estocas	6	S/380	S/2,280
Elevador	1	S/450	S/450
Total	15		S/5,480

La suma de los tres recursos propuestos (suministros, personal y equipos), nos muestra un valor mensual de 92,383 soles. Sobre esta base se realizará los costeos ABC y TDABC en los procesos que se describen a continuación.

Tabla 8*Costo total de recursos.*

Concepto	Costo total	
Suministros	S/	2,483
Equipos	S/	5,480
Personal	S/	84,420
Total	S/	92,383

4.1.3. Procesos seleccionados

Para el caso de aplicación se consideran tres procesos del almacén por los cuales transcurre la mercadería desde que ingresa a la empresa hasta el despacho a los puntos de venta y clientes finales. A continuación, se explica brevemente cada uno de estos procesos:

Proceso de recepción de mercadería

En coordinación con el área de Logística de entrada, se definen los tiempos y recursos necesarios como zonas de descarga y personal para programar el ingreso de mercadería. Habitualmente, este proceso se realiza durante el 80% de las horas

efectivas de la jornada de trabajo, el tiempo restante, el personal es reasignado a los otros dos procesos.

El proceso involucra el control cuantitativo de la cantidad recibida, así como la selección de la mercadería que se enviará directamente a tienda y la que se procederá a almacenar, siendo en esta la participación del proceso sobre el objeto de costo.

Proceso de almacenamiento

En el proceso, la mercadería se guarda en las zonas asignadas de acuerdo con la temporada, categoría, tipo de artículo y marca. El personal realiza estas funciones durante el 70% de las horas efectivas, el tiempo restante, es reasignado a otros procesos.

Proceso de picking y despacho

En coordinación con el planeamiento de reposición a tiendas, se programan las cargas diarias de preparación de pedidos y se mide el cumplimiento de este proceso. En la medida que la planificación identifique y anticipe los patrones en la demanda, se reducirá el tiempo de permanencia de mercadería en el Centro de distribución y la probabilidad de remanentes.

El personal realiza sus funciones el 60% del tiempo efectivo, normalmente al inicio de la jornada y luego brinda apoyo a las otras dos áreas.

Costeo basado en actividades (ABC)

Para costear el almacenamiento de la mercadería se toma en cuenta la asignación de cada recurso según el proceso. Como se muestra en la siguiente tabla, el costo total de los recursos empleados se obtiene de la multiplicación de las unidades asignadas a cada recurso con el costo unitario.

Una vez identificada la cantidad de recursos asignados a cada proceso, se podrá hallar el valorizado para cada uno de ellos. El proceso con mayor costo es el de despacho de mercadería, como se aprecia en la tabla, el costo fijo que influye es el de la cantidad de personal asignado a cada proceso.

Tabla 9

Recursos asignados por proceso

	Recurso	Cantidad	Recepción	Almacenamiento	Despacho	Costo unitario		Costo total
Suministros	Cinta de embalaje	576	576			S/	2.96	S/ 1,705
	Etiquetas	8,640	8,640			S/	0.09	S/ 778
Equipos	Impresoras	11	3	3	5	S/	250	S/ 2,750
	Estocas	6	2	2	2	S/	380	S/ 2,280
	Elevador	1		1		S/	450	S/ 450
Personal	Auxiliar recepción	15	15			S/	1,680	S/ 25,200
	Auxiliar almacenamiento	9		9		S/	1,680	S/ 15,120
	Auxiliar picking y despacho	18			18	S/	1,680	S/ 30,240
	Inventarios	2		2		S/	1,680	S/ 3,360
	Supervisores	3	1	1	1	S/	3,500	S/ 10,500
Total							S/	92,383

Tabla 10

Costo total de recursos por proceso.

Equipos	Costo	Inductor	Recepción	Almacenamiento	Despacho	Total
Cinta de embalaje	S/ 1,705	Unidades	S/ -	S/ -	S/ 1,705	S/ 1,705
Etiquetas	S/ 778	Unidades	S/ -	S/ -	S/ 778	S/ 778
Impresoras	S/ 2,750	Horas	S/ 750	S/ 750	S/ 1,250	S/ 2,750
Estocas	S/ 2,280	Horas	S/ 760	S/ 760	S/ 760	S/ 2,280
Elevador	S/ 450	Horas	S/ -	S/ 450	S/ -	S/ 450
Auxiliar recepción	S/ 25,200	Asignación directa	S/ 25,200	S/ -	S/ -	S/ 25,200
Auxiliar almacenamiento	S/ 15,120	Asignación directa	S/ -	S/ 15,120	S/ -	S/ 15,120
Auxiliar picking y despacho	S/ 30,240	Asignación directa	S/ -	S/ -	S/ 30,240	S/ 30,240
Inventarios	S/ 3,360	Asignación directa	S/ -	S/ 3,360	S/ -	S/ 3,360
Supervisores	S/ 10,500	Hora/hombre	S/ 3,500	S/ 3,500	S/ 3,500	S/ 10,500
Total			S/ 30,210	S/ 23,940	S/ 38,233	S/ 92,383

4.2. Tiempo invertido por actividad (TDABC)

Para el análisis mediante este método, como inductores se toma en consideración el tiempo que el recurso es asignado al proceso de manera efectiva, identificándose asimismo a qué otro proceso ha sido reasignado de ser el caso.

Como se muestra en la siguiente tabla de asignación de tiempos, el personal de recepción brinda apoyo al inicio de la jornada al personal de los procesos de almacenamiento y despacho. En el caso del personal de inventario, el trabajo lo realiza directamente en la zona de almacenamiento, pero de ser necesario analiza las diferencias existentes en los otros dos procesos, así como, brinda soporte de trabajo operativo de presentarse un incremento en la operación.

Tabla 11

Asignación de tiempos.

Recurso	Recepción	Almacenamiento	Despacho	Total
Cinta de embalaje	-	-	1.00	1.00
Etiquetas	-	-	1.00	1.00
Impresoras	0.25	0.15	0.60	1.00
Estocas	0.50	0.30	0.20	1.00
Elevador	-	1.00	-	1.00
Auxiliar recepción	0.80	0.10	0.10	1.00
Auxiliar almacenamiento	0.10	0.70	0.20	1.00
Auxiliar picking y despacho	0.30	0.10	0.60	1.00
Inventarios	0.15	0.70	0.15	1.00
Supervisores	0.33	0.33	0.33	1.00

En la tabla de capacidad del proceso se aprecia que, el valor principal se obtiene de multiplicar el total de recursos asignados, por la cantidad de horas efectivas del día, para los cuales se consideran 24 días hábiles en el mes. Asimismo, el factor de la última

columna es el costo unitario que se obtiene de dividir el costo total entre la capacidad del proceso.

Tomando los valores de la tabla de asignación de tiempos, se determinará la cantidad de recursos empleados para cada proceso, multiplicando los valores con respecto a la capacidad total del recurso. Una vez realizado los cálculos, se obtiene el costo total para cada proceso.



Tabla 12*Capacidad del proceso.*

Recurso	Inductor	Costo total	Cantidad	Horas efectivas	Capacidad	Factor
Cinta de embalaje	Unidades	S/ 1,705	2	252	576	2.96
Etiquetas	Unidades	S/ 778	34	252	8,640	0.09
Impresoras	Horas	S/ 2,750	11	252	2,772	0.99
Estocas	Horas	S/ 2,280	6	252	1,512	1.51
Elevador	Horas	S/ 450	1	156	156	2.88
Auxiliar recepción	Asignación directa	S/ 25,200	15	252	3,780	6.67
Auxiliar almacenamiento	Asignación directa	S/ 15,120	9	252	2,268	6.67
Auxiliar picking y despacho	Asignación directa	S/ 30,240	18	252	4,536	6.67
Inventarios	Asignación directa	S/ 3,360	2	252	504	6.67
Supervisores	Hora/hombre	S/ 10,500	3	252	756	13.89
Total		S/ 92,383				

Tabla 13

Costo total de los procesos.

Recurso	Recepción		Almacenamiento		Despacho		Total					
	Cantidad	Valorizado	Cantidad	Valorizado	Cantidad	Valorizado	Cantidad	Valorizado				
Cinta de embalaje	-	S/	-	-	S/	-	576	S/	1,705	576	S/	1,705
Etiquetas	-	S/	-	-	S/	-	8,640	S/	778	8,640	S/	778
Impresoras	693	S/	688	416	S/	413	1,663	S/	1,650	2,772	S/	2,750
Estocas	756	S/	1,140	454	S/	684	302	S/	456	1,512	S/	2,280
Elevador	-	S/	-	156	S/	450	-	S/	-	156	S/	450
Auxiliar recepción	3,024	S/	20,160	378	S/	2,520	378	S/	2,520	3,780	S/	25,200
Auxiliar almacenamiento	227	S/	1,512	1,588	S/	10,584	454	S/	3,024	2,268	S/	15,120
Auxiliar picking y despacho	1,361	S/	9,072	454	S/	3,024	2,722	S/	18,144	4,536	S/	30,240
Inventarios	76	S/	504	353	S/	2,352	76	S/	504	504	S/	3,360
Supervisores	252	S/	3,500	252	S/	3,500	252	S/	3,500	756	S/	10,500
Total		S/	36,576		S/	23,527		S/	32,281		S/	92,383

Como se muestra en la tabla comparativa de costo, el método TDABC, redistribuye el costo de despacho hacia el proceso de recepción y esto se debe a que es el que recibe el mayor apoyo de los otros procesos, así como, el que emplea las estocas durante el 50% de la jornada de trabajo.

Tabla 14

Comparativo de costo.

Proceso	S/	Costeo basado en actividades (ABC)	S/	Tiempo invertido por actividad (TDABC)
Recepción	S/	30,210	S/	36,576
Almacenamiento	S/	23,940	S/	23,527
Despacho	S/	38,233	S/	32,281
Total	S/	92,383	S/	92,383

En relación con el inventario valorizado en 6,276,974 soles, el costo mensual de almacenamiento, calculado mediante el método ABC, es del 1.47%. Proyectado anualmente, este costo asciende a 1,108,590 soles, lo que representa un 17.7% del valor total del inventario.

CAPÍTULO V: PROPUESTA DEL MÉTODO

5.1. Método de costo de almacenamiento

El costo de almacenamiento puede ser entendido a partir de variables que expresan el uso de recursos propios a la necesidad de almacenar materiales. Estos recursos no involucran costos asociados a mano de obra, infraestructura y equipos que se requieren en los métodos ABC y TABC desarrollados en el capítulo anterior.

A diferencia de los métodos de origen contable, se propone estimar el costo de almacenamiento (C_a) a partir del espacio (e) que ocupa un artículo en cierto periodo, tomando el costo unitario (C_u) como punto de partida, el tiempo de permanencia (T_p) que se obtiene al restar respecto a la fecha actual, el periodo de evaluación (P_{ev}) que dependerá si es de compra regular (365 días) o los días que conforman el periodo estacional. La proporción existente entre el TP y PEV permitirá establecer el factor de tiempo, estas variables se muestran en la fórmula 1.

Respecto al espacio, puede medirse por metro cuadrado, metro cúbico o ubicaciones utilizadas. En ciertos almacenes, cuando las dimensiones de cada espacio en los *racks* o anaqueles son fijas, lo recomendable es trabajar con esta última unidad de medición. También podríamos tomar en cuenta que las buenas prácticas de almacenamiento enfatizan que en una ubicación no debería almacenarse más de un artículo. Es decir, si la capacidad está utilizada al 100% o en un porcentaje distinto pero mayor a cero, podría considerarse como un espacio utilizado.

Tabla 15*Cálculo del costo de almacenamiento*

Temporadas	Stock		Costo unitario	Tiempo permanencia	Factor tiempo	Volumen	Factor espacio	Costo unitario de almacenamiento	Costo total de almacenamiento
2018	7040	S/	50	2,039	5.59	59.94	0.03	S/ 8.94	S/ 62,924.10
2019	4086	S/	52	1,674	4.59	34.79	0.02	S/ 4.43	S/ 18,098.39
2020	8291	S/	65	1,308	3.58	70.59	0.04	S/ 8.78	S/ 72,781.23
2021	17763	S/	68	943	2.58	151.23	0.08	S/ 14.18	S/ 251,963.53
2022	33271	S/	70	578	1.58	283.27	0.15	S/ 16.76	S/ 557,753.16
2023	22421	S/	73	213	0.58	190.89	0.10	S/ 4.34	S/ 97,341.24
Total						790.71			S/ 1,060,861.66

En la tabla 15, se muestra el resultado del cálculo del costo de almacenamiento de la mercadería agregada por temporada. Para comprender los datos que se muestran, se deberá tener en cuenta que para estimar el tiempo de permanencia se ha tomado el último día de cada año, el cual ha sido restado respecto al 30 de julio del 2024, es así como se obtiene los dos mil treinta y nueve días que lleva almacenada la mercadería de la temporada 2018.

$$Ca_x = (Cu) \left(\frac{Tp}{Pev} \right) \left(\frac{e}{ed} \right)$$

A partir de los datos que se muestran en la tabla 15, se toman los que corresponden a la temporada 2018 para agregarlos en la fórmula 1. Donde, el costo unitario es igual a 50 soles, el tiempo de permanencia 2,039 días, el periodo de evaluación 365 días, al ser de compra regular, el espacio que ocupa medido en metros cúbicos y el espacio total disponible del almacén.

$$Ca_{2018} = (50) (2,039/365) (59.94/1,873)$$

$$Ca_{2018} = S/ 8.94$$

El costo unitario de almacenamiento por ocupar 59.94 metros cúbicos durante 2,039 días corresponde a 8.94 soles, valor que podría cambiar a partir de las variables de espacio, tiempo de permanencia o costo unitario, las cuales correlacionan en forma directa su variación. Por ejemplo, si incrementamos el tiempo de almacenamiento a 4,000 días, el costo sufrirá un aumento en la misma proporción. Lo mismo ocurrirá al ocupar una mayor cantidad de espacio o al sufrir un incremento del costo unitario.

Determinar costo total de almacenamiento mediante este método, nos permitirá identificar lo que representa a la fecha el costo por mantener almacenado el inventario,

lo que a su vez nos permite gestionar el espacio de almacenamiento, así como el tiempo de permanencia.

Por último, este método nos permite medir el costo que representa mantener almacenada la mercadería y, asimismo, podemos realizar simulaciones respecto al descuento por volumen que los proveedores brindan y determinar si en realidad este representa un beneficio para la empresa o caso contrario, afecta al margen de utilidad al incrementarse la cobertura del inventario.

Emplear el método propuesto para el cálculo del costo de almacenamiento supone que la empresa podrá obtener ahorros a consecuencia de reducir el inventario de mayor antigüedad (2018 – 2020).

Tabla 16
Costo del inventario por temporada

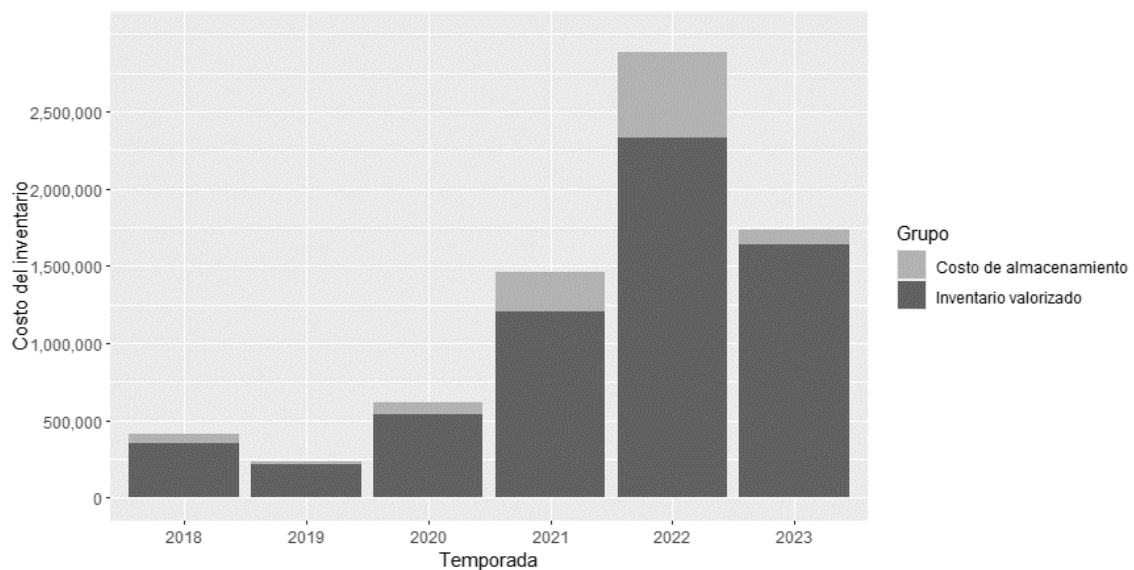
Temporadas	Stock	Tiempo de permanencia	Costo unitario		Costo total	Costo total almacenamiento	
2018	7,040	2,039	S/	50	S/ 352,000	S/	62,924
2019	4,086	1,674	S/	52	S/ 212,472	S/	18,098
2020	8,291	1,308	S/	65	S/ 538,915	S/	72,781
2021	17,763	943	S/	68	S/ 1,207,884	S/	251,964
2022	33,271	578	S/	70	S/ 2,328,970	S/	557,753
2023	22,421	213	S/	73	S/ 1,636,733	S/	97,341
Total		6,755			S/ 6,276,974.00	S/	1,060,861.66

En cuanto al inventario remanente de 92,872 pares acumulados en seis años, con un valor total de 6,276,974 soles, el costo de almacenamiento de 1,060,862 soles, calculado según este método, representa el 16.9% del valor total del inventario.

Al gestionar el inventario de los tres primeros años, se podría reducir en un 1,103,387 soles por inventario valorizado y 153,804 por costo de almacenamiento.

Al reducir el inventario de temporadas pasadas, permitiría al almacén aumentar en un 9% el espacio disponible para lo cual se propone tomar acciones comerciales o en su defecto donar la mercadería.

Figura 18
Costo del inventario por temporada



Asimismo, la reducción del inventario de temporadas pasadas favorece al flujo de caja de la empresa y los beneficios que estos conllevan por aumento de la liquidez.

Para optimizar el planeamiento del inventario por temporada se propone el uso del método de pronóstico ARIMA que se desarrollará en el siguiente punto como segundo método propuesto.

5.2. Método de Pronóstico de demanda ARIMA

ARIMA, acrónimo de “AutoRegressive Integrated Moving Average”, es un método estadístico utilizado para pronosticar la demanda. Este enfoque se basa en el análisis de variaciones y regresiones de datos históricos, lo que permite identificar patrones de comportamiento que pueden extrapolarse a futuros períodos. En este

modelo, el pronóstico se fundamenta en datos pasados, sin depender de variables independientes.

5.2.1. Componentes de ARIMA

1. **AutoRegressive (AR(p))**: Componente autorregresivo, se refiere a la utilización de valores pasados en la ecuación de regresión para la serie de Y_t . El parámetro p autorregresivo identifica el número de retardos utilizados en el modelo.
2. **Integrated (I(d))**: Determina el grado de diferenciación, es decir, el número de diferencias utilizadas para hacer que las series temporales sean estacionarias.
3. **Moving Average (MA(q))**: Representa el error del modelo como una combinación de los términos de error anteriores.

Los componentes de diferenciación, auto regresión y promedio móvil, son los que definen un modelo ARIMA(p,d,q), no estacional, que se puede escribir como una ecuación lineal:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t$$

Donde:

Y_t es el valor en el tiempo t

p es el número de términos autorregresivos.

q es el número de términos de media móvil.

ϕ son los coeficientes del modelo autorregresivo.

θ son los coeficientes del modelo de media móvil.

ε_t es el error aleatorio en el tiempo t

5.2.2. Pasos para el pronóstico

Para realizar el pronóstico mediante este método ARIMA se listan los siguientes pasos:

1. **Realizar un análisis exploratorio de los datos**: Una vez estructurados los datos, llevamos a cabo un análisis preliminar para identificar

patrones, irregularidades y datos atípicos, y procedemos a limpiar la base de datos si es necesario. En este caso, se propone realizar el pronóstico de una muestra de 525 SKU, utilizando una serie histórica de ventas que abarca 36 meses.

2. **Análisis de estacionalidad:** Mediante la prueba de Dickey-Fuller (ADF), se determina la estacionalidad de los datos. Dado que el p-valor obtenido es de 0.01, que es menor que 0.05, se puede rechazar la hipótesis nula (H_0). Esto implica que se concluye que la serie temporal analizada es estacionaria.

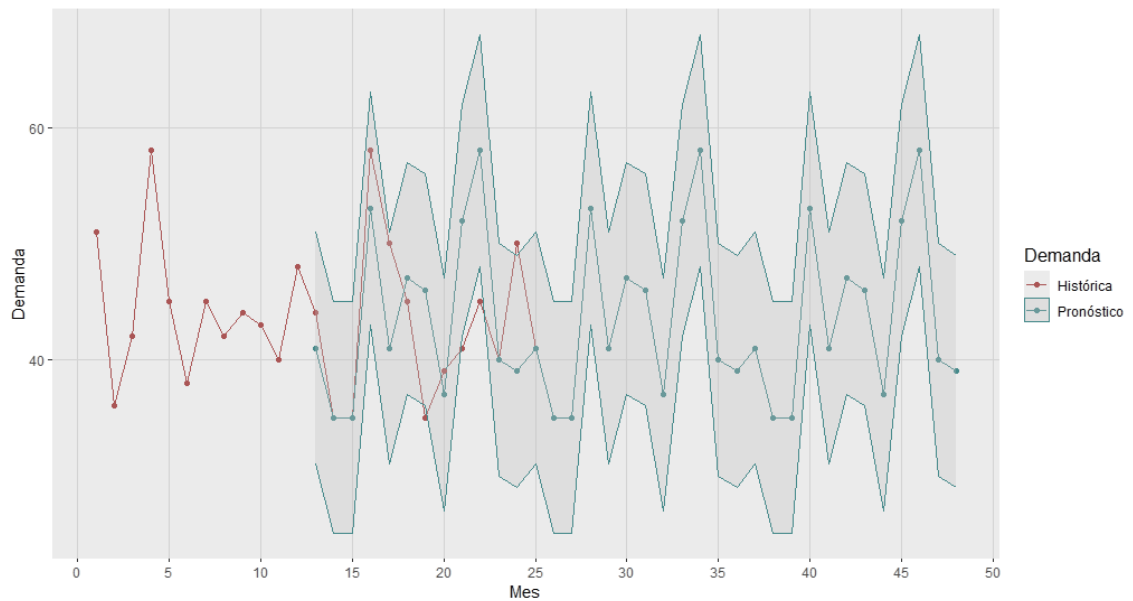
La estacionariedad es una propiedad importante en el análisis de series temporales, ya que indica que las estadísticas de la serie (como la media y la varianza) son constantes en el tiempo.

```
> cat("Estadístico ADF para la serie total:", statistic_total, "\n")
Estadístico ADF para la serie total: -7.844818
> cat("P-valor del test ADF para la serie total:", p_value_total, "\n")
P-valor del test ADF para la serie total: 0.01
```

3. **Pronóstico:** Una vez seleccionado el rango de datos y el horizonte de pronóstico, se realiza la proyección para cada uno de los 525 SKU, y se grafican los resultados para facilitar la comprensión y evaluación del aporte del método. En la figura 19, se muestran los 36 meses del rango de datos, que se comparan con el pronóstico correspondiente a los meses 12 a 36, y se incluye también la estimación para el periodo de 37 a 48.

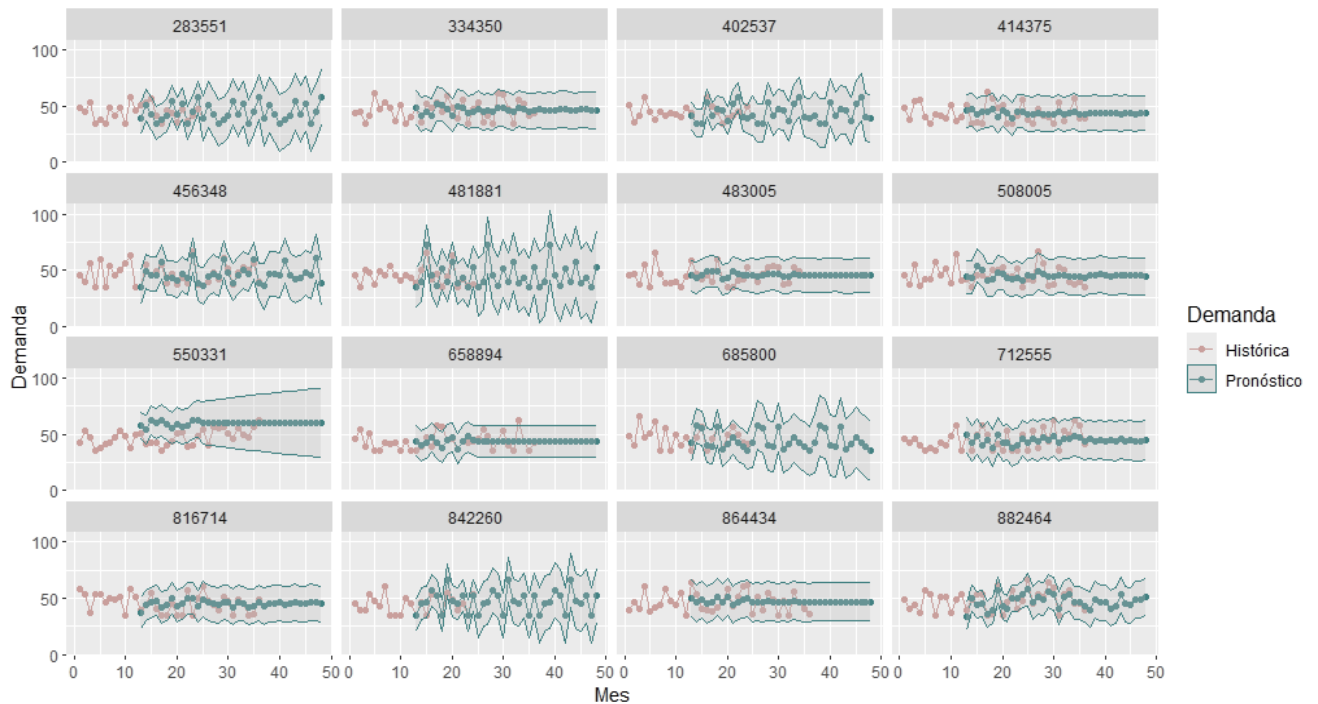
Figura 19

Pronóstico de demanda ARIMA para el código 402537.



En la figura 20 se presenta el pronóstico para 16 SKU, seleccionados en función de la temporada (2023) y la talla (43), que registran el mayor saldo de inventario (12). La gráfica muestra tanto los componentes de la demanda histórica como la demanda estimada, calculada mediante el método ARIMA.

Figura 20
Pronóstico de demanda ARIMA multi SKU



4. Medición del error de pronóstico: En este proceso se emplean herramientas de medición del error estadístico, como el MAPE (Mean Absolute Percent Error) y la desviación estándar, para evaluar la precisión del método. Esta evaluación se realiza para los periodos comprendidos entre los meses 13 y 36, durante los cuales se dispone de datos de demanda histórica y pronosticada. Estos métodos proporcionan una comprensión clara de la eficacia del modelo de pronóstico y la variabilidad en los datos históricos.

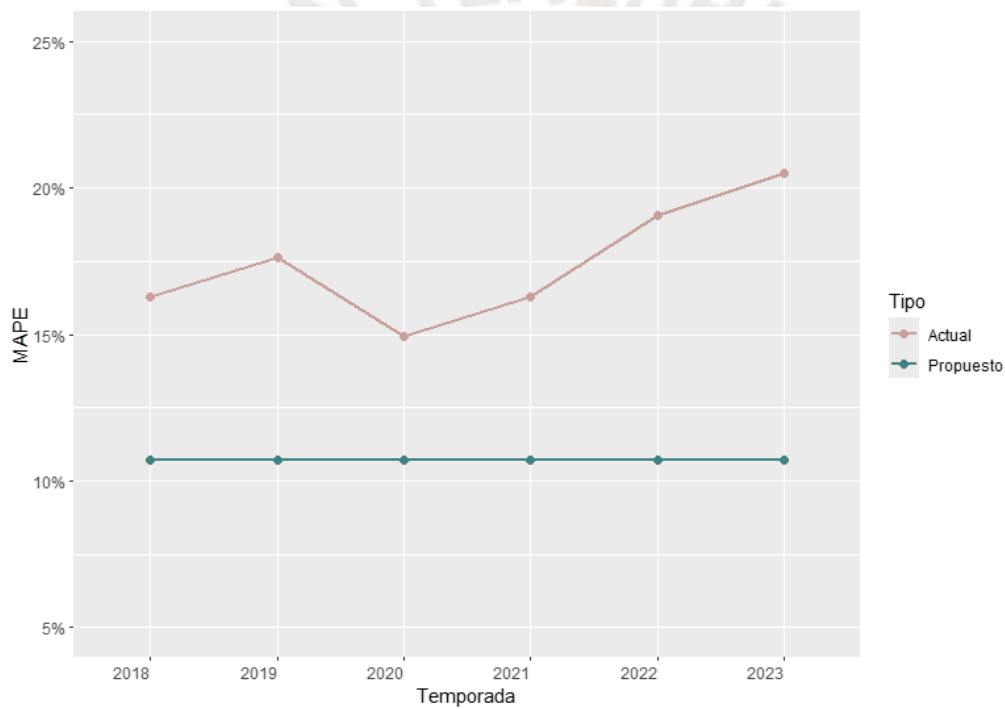
```
> cat("MAPE Total:", round(mape_total, 2), "%\n")
MAPE Total: 10.74 %
> cat("Desviación Estándar Total:", round(desviacion_estandar_total, 2), "%\n")
Desviación Estándar Total: 7.8
```

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO

6.1. Análisis técnico

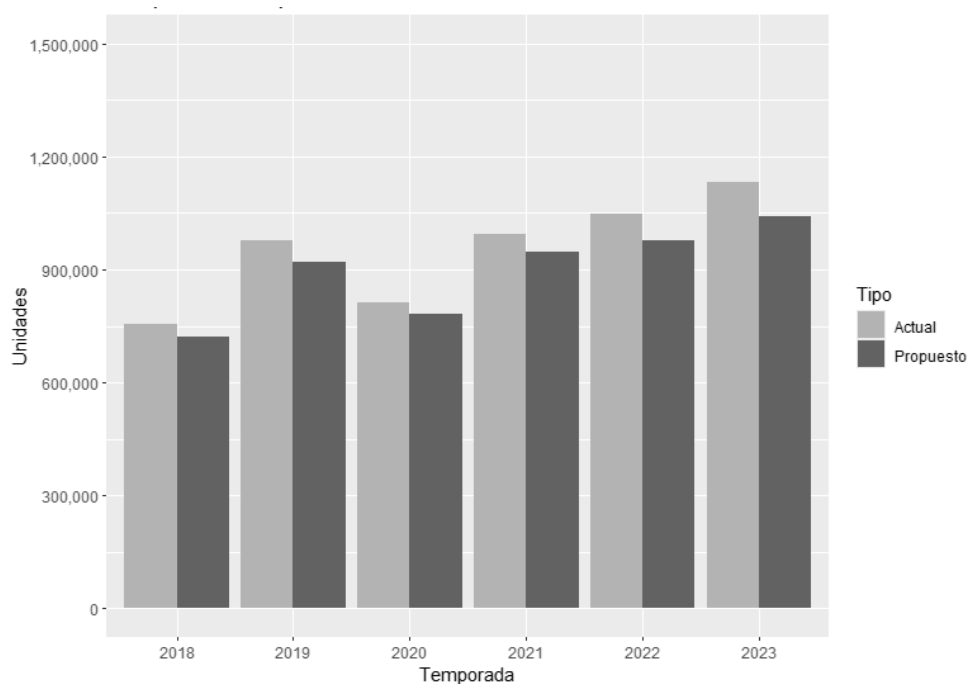
A partir del valor de MAPE (10.74%), es posible realizar una comparación con los resultados obtenidos en cada uno de los años. La gráfica muestra que el error de pronóstico disminuye significativamente con la aplicación del método ARIMA.

Figura 21
MAPE: Actual vs Propuesto



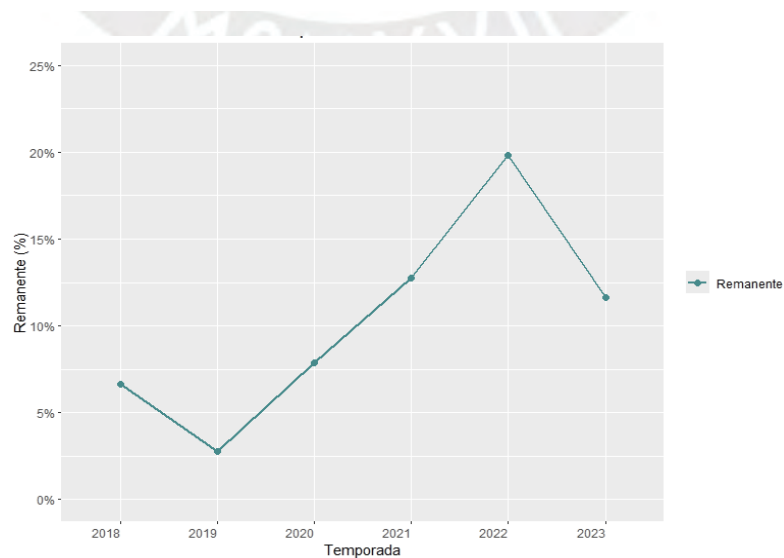
Con el valor de MAPE obtenido (10.74%), se elabora el pronóstico de la demanda para los años en evaluación, evidenciando una ligera reducción en las cantidades proyectadas.

Figura 22
Comparación de pronósticos



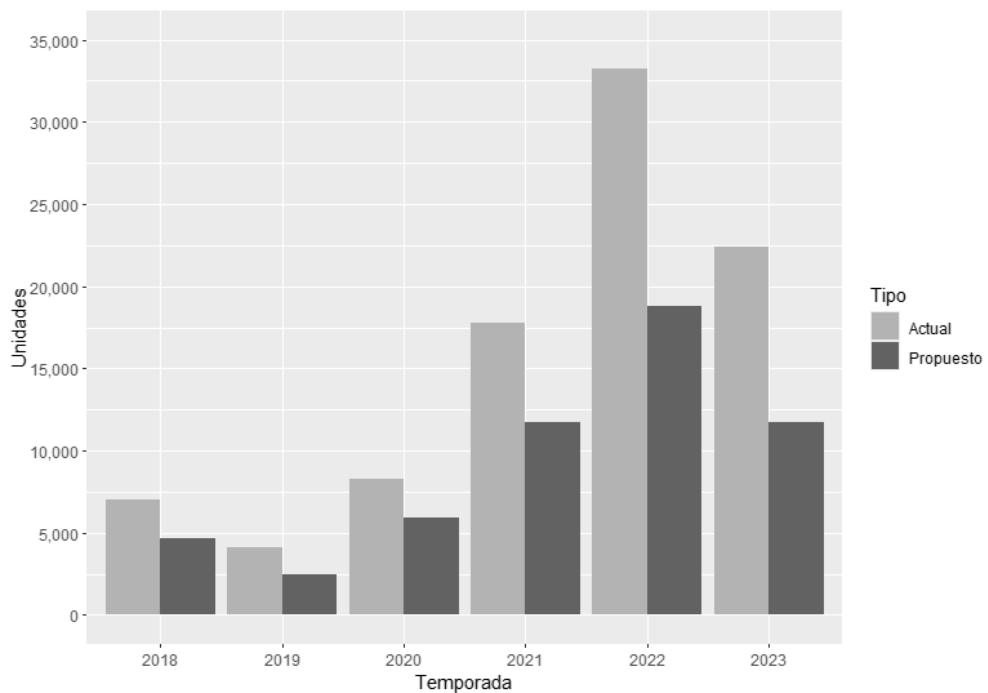
Aunque se logra una reducción en el error de pronóstico, su impacto se evidencia en el remanente de cada temporada. Con base en estos valores, se estima el porcentaje de remanente en relación con el error de pronóstico.

Figura 23
Remanente sobre el error de pronóstico



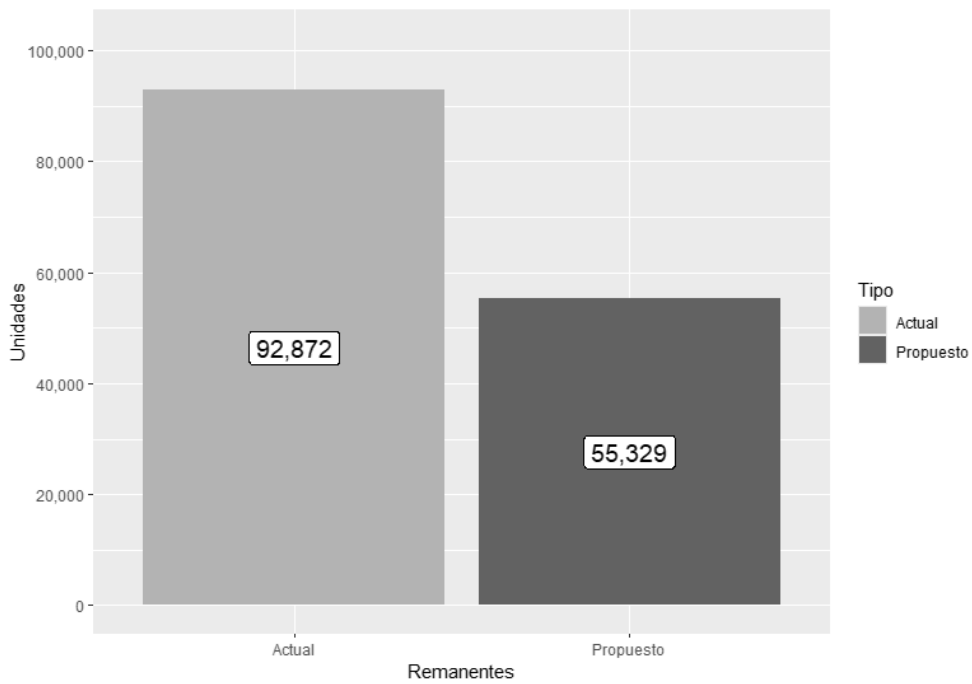
Mediante los valores porcentuales del remanente sobre el error de pronóstico, se calcula el total de remanentes en relación con el pronóstico propuesto. Como se muestra en la siguiente gráfica, los tres últimos años presentan una reducción notable del remanente, esto a consecuencia de los valores calculados en el gráfico anterior (13%, 20% y 12%).

Figura 24
Comparación de remanentes



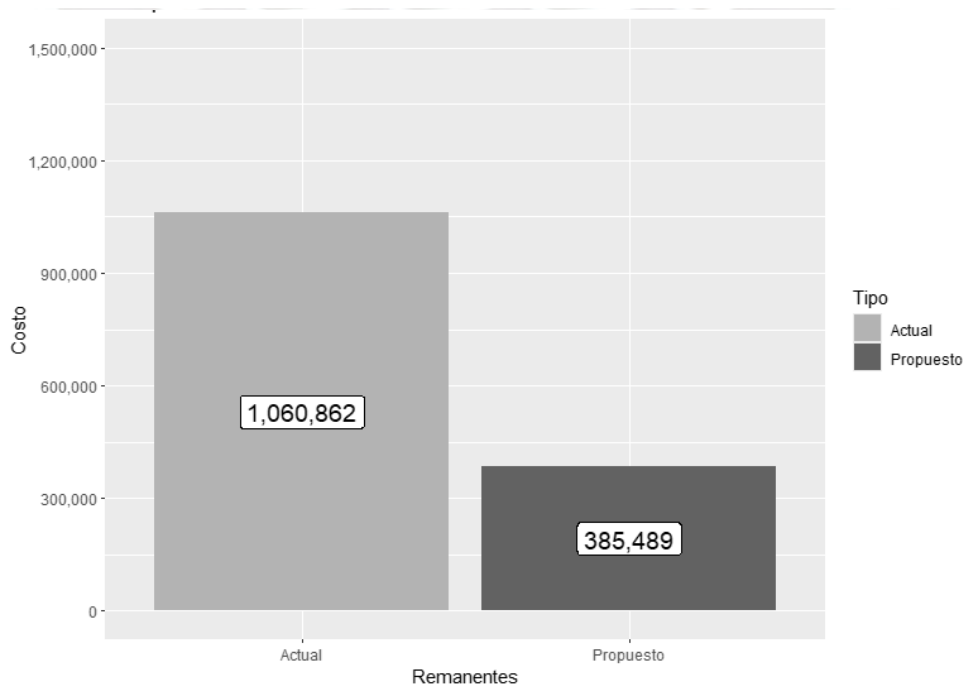
Al agrupar estos valores en remanentes actual y propuesto, se logra evidenciar una reducción del 40.4% en el stock.

Figura 25
Comparación de remanentes totales



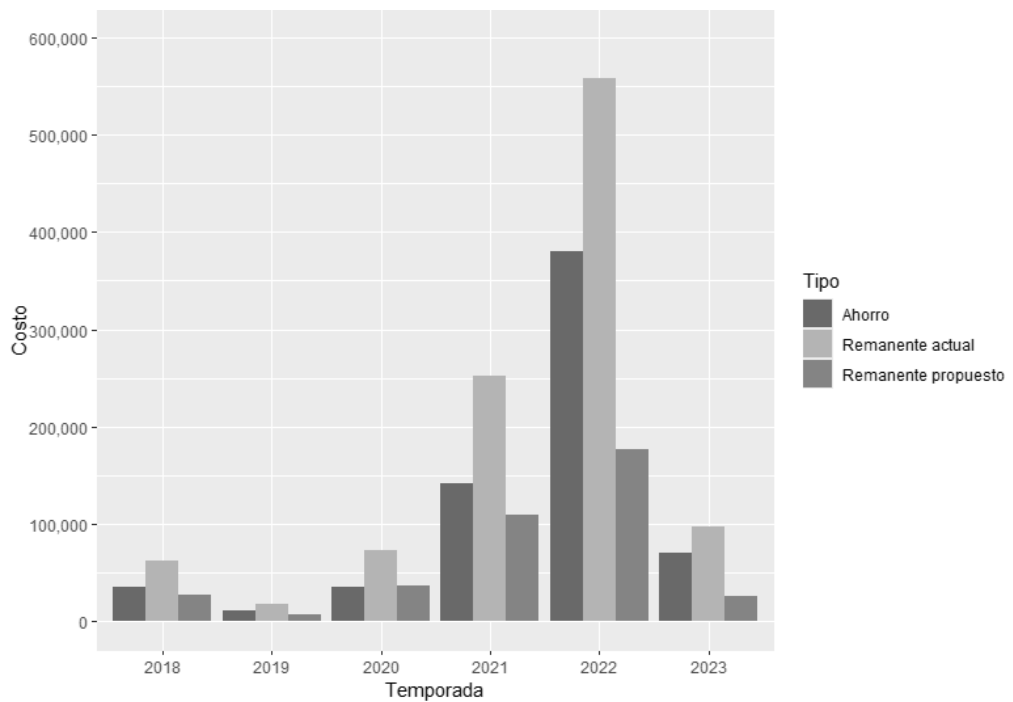
Luego de estimar los remanentes, se realiza la comparación con el costo de almacenamiento total, lo que nos muestra un ahorro 63.7% equivalente a 675,373 soles.

Figura 26
Comparación del costo total de almacenamiento



Al igual que la reducción de remanentes, la proyección indica que, en los últimos tres años, se ha logrado un notable ahorro del 88% en los costos de almacenamiento. Esto permite optimizar el flujo de capital y liberar espacio tanto en el almacén como en los puntos de venta y en los puntos de venta.

Figura 27
Ahorro en el costo de almacenamiento



6.2. Análisis económico

Para realizar la evaluación económica por el uso de las herramientas propuestas para el cálculo del costo de almacenamiento y pronóstico, en la tabla 17 se detallan los costos asociados con la implementación y el despliegue de dichas herramientas.

Tabla 17
Costos de implementación

Actividad	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Elaboración de proyecto	horas	288	S/ 125	S/ 36,000
Personalización del proceso y herramienta	horas	20	S/ 90	S/ 1,800
Integración con ERP de la empresa	horas	12	S/ 90	S/ 1,080
Pruebas unitarias e integrales	horas	12	S/ 90	S/ 1,080
Capacitación método de pronóstico y software estadístico.	horas	12	S/ 90	S/ 1,080
Elaboración de manuales de y diseño de proceso	horas	6	S/ 80	S/ 480
Total inversión			S/	41,520

A partir de estos costos y de la inversión inicial de 675,372 soles, que se obtendría al emplear los métodos propuestos, se elabora el flujo económico. Se considera que el 32% del valor de la mercadería comprada se recupera en los primeros treinta días, el 38% en los siguientes treinta días y un 25% en el tercer mes, dejando un remanente del 5%. En este ciclo de compra y recuperación de la inversión, las recompras se realizan con el 100% de la mercadería vendida, lo que implica una reinversión total. Este ciclo permite realizar cuatro compras anuales, optimizando la rotación del inventario y la recuperación de la inversión.

Asimismo, se utiliza como referencia un margen neto diferenciado para cada período mensual (18%, 13% y 8%), el cual tiene en cuenta los costos administrativos, operativos y de gestión de ventas. En cuanto al valor de compra, se considera el costo promedio de la mercadería al momento del análisis en esta investigación, con una tasa de incremento anual del 5% para ajustar el impacto de la inflación.

En la Tabla 18 se presenta la distribución de las ventas por año, periodo y recompra. Con una inversión inicial de 675,372 soles para la adquisición de mercadería, se obtiene un ingreso de 255,084 soles durante los primeros 30 días, lo que representa el 32% de la compra. En los siguientes 30 días, el ingreso asciende a 290,077 soles, equivalente al 38% de la inversión inicial, y en los últimos 30 días se generan 182,396 soles, lo que corresponde a un 35% del último periodo.

Con un total de ingresos de 727,557 soles en los primeros tres meses, se procede a realizar una recompra, con un horizonte de recuperación de tres meses. Este flujo de caja permite efectuar cuatro compras anuales, y cada una de ellas genera un incremento del 8% sobre el valor de la compra.

Con esta información, se elabora el flujo económico, que se presenta en la Tabla 19. Al cierre del año 0, se registra el valor de la inversión inicial, y como ingresos se contempla el valor de la venta mensual, de acuerdo con la distribución porcentual propuesta en la Tabla 18.

En cuanto a los ingresos, durante el primer año se registran los costos de implementación y despliegue del proyecto, tal como se detalla en la Tabla 17. Además, se incluye la contratación de un analista, quien será capacitado para realizar las tareas propuestas. A partir del segundo año, se contempla un incremento salarial del 15% por ajuste inflacionario y por los resultados obtenidos.

Otro gasto relevante es la compra de mercadería, que se realiza cada tres meses, alineándose con el ciclo de ventas de 90 días.

Tabla 18*Flujo de venta de mercadería*

Año	Período	% Venta	Margen	Costo	Precio	1	2	3	4
1	30	32%	18%	S/ 180	S/ 212	S/ 255,084	S/ 274,846	S/ 296,086	S/ 319,025
1	60	38%	13%	S/ 180	S/ 203	S/ 290,077	S/ 312,422	S/ 336,627	S/ 362,662
1	90	25%	8%	S/ 180	S/ 194	S/ 182,396	S/ 196,538	S/ 211,702	S/ 228,031
1	Remanente	5%	0%	S/ 180	S/ 180	S/ 33,777	S/ 36,540	S/ 39,240	S/ 42,300
2	30	32%	18%	S/ 189	S/ 223	S/ 343,674	S/ 370,213	S/ 398,760	S/ 429,537
2	60	38%	13%	S/ 189	S/ 214	S/ 390,833	S/ 420,946	S/ 453,409	S/ 488,435
2	90	25%	8%	S/ 189	S/ 204	S/ 245,760	S/ 264,744	S/ 285,156	S/ 307,201
2	Remanente	5%	0%	S/ 189	S/ 189	S/ 45,549	S/ 49,140	S/ 52,920	S/ 56,889
3	30	32%	18%	S/ 198	S/ 234	S/ 462,722	S/ 498,550	S/ 536,954	S/ 578,402
3	60	38%	13%	S/ 198	S/ 224	S/ 526,311	S/ 566,900	S/ 610,629	S/ 657,721
3	90	25%	8%	S/ 198	S/ 214	S/ 330,919	S/ 356,424	S/ 384,072	S/ 413,649
3	Remanente	5%	0%	S/ 198	S/ 198	S/ 61,321	S/ 66,084	S/ 71,244	S/ 76,602

Tabla 19
Flujo económico

Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Año 0												-S/ 675,372
Año 1	-S/ 436,808	-S/ 163,251	S/ 2,445	-S/ 453,886	-S/ 145,024	S/ 48,434	-S/ 442,366	-S/ 108,819	S/ 99,802	-S/ 428,667	-S/ 69,085	S/ 155,866
Ingreso	S/ 255,084	S/ 290,077	S/ 182,396	S/ 274,846	S/ 312,422	S/ 196,538	S/ 296,086	S/ 336,627	S/ 211,702	S/ 319,025	S/ 362,662	S/ 228,031
Egreso	S/ 16,520	S/ 16,520	S/ 16,700	S/ 731,177	S/ 3,560	S/ 3,080	S/ 786,886	S/ 3,080	S/ 3,080	S/ 847,494	S/ 3,080	S/ 3,080
Elaboración de proyecto	S/ 12,000	S/ 12,000	S/ 12,000									
Personalización del proceso y herramienta	S/ 900	S/ 900										
Integración con ERP de la empresa	S/ 540	S/ 540										
Pruebas unitarias e integrales			S/ 1,080									
Capacitación en ARIMA y Rstudio			S/ 540	S/ 540								
Elaboración de manuales de y diseño de proceso					S/ 480							
Contratación y sueldo de Analista	S/ 3,080	S/ 3,080	S/ 3,080	S/ 3,080	S/ 3,080	S/ 3,080	S/ 3,080	S/ 3,080	S/ 3,080	S/ 3,080	S/ 3,080	S/ 3,080
Compra de Mercadería				S/ 727,557			S/ 783,806			S/ 844,414		

Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Año 2	-S/ 413,720	-S/ 26,429	S/ 215,789	-S/ 397,807	S/ 19,598	S/ 280,799	-S/ 379,886	S/ 69,981	S/ 351,595	-S/ 359,735	S/ 125,157	S/ 428,816
Ingreso	S/ 343,674	S/ 390,833	S/ 245,760	S/ 370,213	S/ 420,946	S/ 264,744	S/ 398,760	S/ 453,409	S/ 285,156	S/ 429,537	S/ 488,435	S/ 307,201
Egreso	S/ 913,260	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 983,809	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 1,059,445	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 1,140,867	S/ 3,542	S/ 3,542
Sueldo de Analista	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542
Compra de Mercadería	S/ 909,718			S/ 980,267			S/ 1,055,903			S/ 1,137,325		
Año 3	-S/ 337,176	S/ 185,593	S/ 512,970	-S/ 311,974	S/ 251,384	S/ 604,266	-S/ 284,196	S/ 322,891	S/ 703,421	-S/ 253,374	S/ 400,805	S/ 810,912
Ingreso	S/ 462,722	S/ 526,311	S/ 330,919	S/ 498,550	S/ 566,900	S/ 356,424	S/ 536,954	S/ 610,629	S/ 384,072	S/ 578,402	S/ 657,721	S/ 413,649
Egreso	S/ 1,228,714	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 1,323,494	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 1,425,416	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 1,535,197	S/ 3,542	S/ 3,542
Sueldo de Analista	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542	S/ 3,542
Compra de Mercadería	S/ 1,225,172			S/ 1,319,952			S/ 1,421,874			S/ 1,531,655		

Con base en los valores proyectados del flujo económico, se estima el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) utilizando una tasa de descuento del 10%, con el fin de evaluar la viabilidad del proyecto.

$$VAN = \sum \left(\frac{F_t}{(1+r)^t} \right)$$

$$VAN = \left(\frac{-675,372}{(1+0.10)^0} \right) + \left(\frac{155,866}{(1+0.10)^1} \right) + \left(\frac{428,816}{(1+0.10)^2} \right) + \left(\frac{810,912}{(1+0.10)^3} \right)$$

$$VAN = -675,372 + \left(\frac{155,866}{1.10} \right) + \left(\frac{428,816}{(1.10)^2} \right) + \left(\frac{810,912}{(1.10)^3} \right)$$

$$VAN = -675,372 + 141,696.36 + 354,393.39 + 609,250.19$$

$$\mathbf{VAN = 429,967.94}$$

El resultado del VAN nos muestra que el proyecto o inversión genera un valor adicional 429,967.94 soles en comparación con el costo inicial de la inversión. En otras palabras, el proyecto es rentable y, en principio, debería implementarse, ya que el valor presente de los flujos de caja futuros supera el costo de la inversión inicial. Esto implica que el proyecto contribuye de manera positiva al valor de la empresa.

Respecto al cálculo del TIR, es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero. Es decir, es la tasa r que satisface la siguiente ecuación:

$$0 = -675,372 + \left(\frac{155,866}{(1+0.10)^1} \right) + \left(\frac{428,816}{(1+0.10)^2} \right) + \left(\frac{810,912}{(1+0.10)^3} \right)$$

El proyecto es rentable, al tener un 35% de TIR, resultado que supera el 10% de tasa de descuento.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Existen diversos métodos y enfoques para calcular el costo de almacenamiento. Desde la perspectiva contable, se utilizan comúnmente los métodos ABC y TABC. El método ABC estima el costo a partir de una ponderación de los recursos utilizados en el proceso, mientras que el método TABC, además de considerar los recursos, incluye también el tiempo requerido para llevar a cabo las actividades relacionadas con el almacenamiento.

Ambos métodos se centran en calcular el costo de almacenamiento tomando en cuenta variables específicas de la operación, como el sueldo del personal, maquinarias y equipos. En este enfoque, el costo de almacenamiento está directamente vinculado a la eficiencia operativa y al nivel de inversión de la empresa, por lo que debe considerarse como un costo operativo.

A partir del análisis de los componentes de ambos métodos, se propuso un enfoque logístico que integra variables clave como el espacio, el tiempo y el costo unitario. Estas variables están directamente relacionadas y permiten cuantificar de manera más objetiva el impacto de las decisiones sobre la cantidad y el tiempo de permanencia del inventario en los almacenes.

Mediante el enfoque contable, se obtuvo un costo de almacenamiento mensual de 92,383 soles, lo que representa el 1.47% del valor total del inventario de 6,276,974 soles, o 1,108,591 soles anuales, equivalentes al 17.7%. Por otro lado, utilizando el método logístico, el costo anual de almacenamiento es de 1,060,862 soles, lo que representa el 16.9% del valor del inventario.

Finalmente, mientras que el enfoque contable se centra en los costos asociados a la operación, el enfoque logístico se enfoca en el espacio ocupado por el inventario durante un periodo determinado. Esto facilita el monitoreo y proporciona información clave para la toma de decisiones, con el objetivo de reducir los niveles de remanente.

2. Los remanentes pueden originarse por diversas razones, como la elección de modelos, precios, estrategias comerciales y factores operativos, tales como la exhibición en el punto de venta, el monitoreo de la cobertura y rotación, así como la selección del método de pronóstico de demanda.

En este contexto, el método de pronóstico, utilizado para estimar la demanda, se basa en el análisis de variaciones y regresiones de datos históricos, lo que permite identificar patrones de comportamiento que pueden replicarse en periodos futuros, reduciendo así el margen de error. En el caso de estudio, este enfoque logró reducir el MAPE anual promedio del 17% al 10.74%, lo que representa una mejora de 3,600,000 soles en la precisión de las estimaciones.

3. La reducción del error de pronóstico puede reflejarse en la reducción del remanente de cada temporada, para hallarlo se consideró la relación existente entre el remanente y el error de pronóstico la cual ha sido de un 10% promedio de los años analizados. A partir de este resultado, la proyección de los remanentes se reduce de 92,872 unidades a 55,329 lo que representa un 40.4%.

En cuanto al costo total de almacenamiento, se ha logrado un ahorro del 63.7%, lo que equivale a 675,373 soles. Esta reducción en los costos no solo genera un beneficio directo, sino que también permite mejorar la liquidez de la empresa. Con ello, se abre la oportunidad de invertir en mercadería de mayor rotación, lo que optimiza la rentabilidad tanto de las compras iniciales

como de las recompras derivadas de la recuperación de dinero previamente inmovilizado en los inventarios remanentes.

4. En base a la reducción de remanentes, se lleva a cabo una evaluación económica para implementar en la empresa objeto de estudio el método de pronóstico de demanda, así como el software estadístico correspondiente. Este análisis incluye la medición de los costos asociados con la implementación y el despliegue de ambas herramientas.

Con una inversión inicial de 675,373 soles y considerando el ciclo de vida comercial de la mercadería, se estima un retorno sobre la inversión (ROI) del 8% tanto en la primera compra como en las tres recompras que se pueden realizar durante el año.

Para evaluar la viabilidad del proyecto, se llevó a cabo una proyección del flujo de caja a tres años, considerando la inversión inicial. A partir de los saldos de cada período, se calculó un Valor Actual Neto (VAN) de 429,968 soles y un retorno anual del 35% sobre la inversión inicial, reflejado en la Tasa Interna de Retorno (TIR) obtenida. Estos resultados indican que el proyecto genera un rendimiento positivo y sostenible, superando las expectativas.

Recomendaciones

1. Optimizar la gestión de inventarios es fundamental para las empresas, especialmente en sectores donde la mercadería tiene ciclos de vida cortos y está más expuesta a los impactos derivados de los excedentes. Como se ha demostrado en la presente investigación, los controles operativos y las acciones comerciales pueden minimizarse si se emplea un método de pronóstico de demanda preciso.

Los beneficios del pronóstico de demanda no solo se reflejan en la optimización de los inventarios, sino también en la mejora del flujo económico de la empresa, así como en la reducción del uso del espacio y los costos de almacenamiento.

2. Por lo general, el cálculo del costo de almacenamiento se lleva a cabo con fines contables, y los valores obtenidos se utilizan como referencia para la toma de decisiones en el área logística. No obstante, rara vez se presta atención a la optimización de los recursos relacionados con el espacio ocupado por los artículos en el almacén y el tiempo de permanencia.

El método propuesto en esta investigación para el cálculo del costo de almacenamiento responde a esta necesidad con mayor precisión, facilitando la toma de decisiones para determinar la cantidad de compra. Además, establece una base sólida para un seguimiento efectivo, asegurando que el stock disponible cubra la demanda del período, considerando tanto el espacio de almacenamiento como el tiempo de permanencia que se empleará sobre la cantidad a comprar. De esta manera, se logra una mejor comprensión del impacto potencial de los costos de almacenamiento sobre el margen neto de la empresa.

3. Basado en la presente investigación, los métodos de pronóstico y de cálculo del costo de almacenamiento propuestos pueden ser empleados tanto en empresas del sector retail como en calzado. Además, pueden ser adaptados a otros tipos de negocios, ajustándolos según las características específicas de la demanda, el inventario y los recursos empleados en el proceso de almacenamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, A. (2019). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial y Comercial. *Gestión de almacenaje para reducir el tiempo de despacho en una distribuidora en Lima*. Lima, Perú: Universidad San Ignacio de Loyola.
- Anaya, J. (2015). *Logística integral - La gestión operativa de la empresa. (quinta edición)*. Madrid: ESIC EDITORIAL.
- Ballou, R. (2004). *Logística, Administración de la cadena de suministros (5ta ed.)*. México: Pearson.
- Baykasoglu, A., & Kaplanoglu, V. (2006). Developing a service costing system and an application for logistics companies. *International Journal Agile Manufacturing*, 13-18.
- Bich Chau, T., Hung Le, P., Tien Nguyen, N., Thuy Nguyen, T., & Hien Do, N. (2021). Demand Forecasting and Inventory Prediction for Apparel Product using the ARIMA and Fuzzy EPQ Model. *JOURNAL OF Engineering Science and Technology Review*, 80 - 89.
- Boero, C. (2020). *Introducción a la logística*. Córdoba: Editorial Científica Argentina.
- Carreño, A. (2014). *Logística de la A a la Z (1ra ed.)*. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Collier, D., & Evans, J. (2019). *Administración de operaciones*. México: Cengage Aprendizaje Editores.
- Cooper, R., & Kaplan, R. (1988). Measure Costs Right: Make Decisions Right. *Harvard Business Review*, pp. 96-103.
- Cruz, A. (2017). *Gestión de inventarios*. Málaga: IC Editorial.
- Diaz, M., & Jesusi, P. (24 de Octubre de 2019). Tesis. *Los costos logísticos y su impacto en la cadena de suministros y en la*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias - UPC.
- Do Rosario, C. R., Mahlmann, L., Frozza, R., & Bueno, B. (2015). Modeling of tacit knowledge in industry: Simulations on the variables of industrial processes. 1613-1625.
- Dritsaki, C., Niklis, D., & Stamatiou, P. (2021). Oil Consumption Forecasting using ARIMA Models: An Empirical Study for Greece. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 214-224.
- Estrada, S., Ocampo, L., & Ballesteros, P. (2010). Análisis de los costos logísticos en la administración. *Scientia Et Technica*, 272-277.
- Fattah, J. &. (2018). Forecasting of demand using ARIMA model. *International Journal of Engineering Business Management*.
- Gupta, M., & Galloway, K. (2003). Activity-based costing/management and its implications for operations management. *Techovation*, 131-138.
- Henzer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones (7ma ed)*. México: Pearson.
- Huang, Y. L. (2023). Pronóstico de la demanda de combustibles fósiles basado en bajas emisiones de carbono desde la perspectiva de la seguridad energética. *Springer Science*, 1075–1082 .

- Hung, S. J. (2011). Activity-based divergent supply chain planning for competitive advantage in the risky global environment. *Expert Systems with Applications*, 9053-9062.
- John, C., John, L., Robert, N., & Brian, G. (2017). *Administración de la Cadena de Suministro (décima edición)*. Cengage Aprendizaje Editores SA de CV.
- Kandananond, k. (2012). Comparación de varios métodos de pronóstico para series temporales autocorrelacionadas. *Revista internacional de gestión empresarial e ingeniería*.
- Kaplan, R., & Anderson, S. (2004). Time-Driven Activity-Based Costing. A Simpler and More Powerful Path to Higher Profits. *Harvard Business Press*.
- Kaplan, R., & Atkinson, A. (1998). *Advanced Management Accounting*. Prentice-Hall, Upper Saddle River.
- Karthika, D. &. (2020). A Recent Review Article on Demand Forecasting. *Xi'an Jianshu Keji Daxue Xuebao/Journal of Xi'an University of Architecture & Technology*, 5769-5777.
- Kemal, E., & Levent, K. (2024). Using time-driven activity-based costing in restaurant business: Levelled application of a case study,. *Heliyon*.
- Lambán, P., Royo, J., & Valencia, J. &. (2013). Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto: Caso de estudio en un entorno logístico. *Dyna*, 9.
- Luyo, J., & Quispe, V. (11 de Junio de 2018). Tesis. *Los costos logísticos y su impacto en la gestión de la cadena de suministro en las empresas del sector cosmético de Lima Metropolitana*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias - UPC.
- M.Z. Babai, M. A. (2013). Forecasting and inventory performance in a two-stage supply chain with ARIMA(0,1,1) demand: Theory and empirical analysis. *International Journal of Production Economics*, 463-471.
- Masters, B. (2018). A COST MODEL FOR SUPPLY CHAIN COST ESTIMATIONS. *Cost Management*, 27-35.
- Mauleón, M. (2021). *Logística Inbound*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos S.A.
- Mora, L. (2021). *Gestión logística integral. Las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento. (Tercera edición)*. Barcelona: Marge Books.
- Orejuela, J., Suárez-Camelo, N., & Chinchilla - Ospina, Y. (2016). Costos logísticos y metodologías para el costeo en cadenas de suministro: una revisión de la literatura. *Cuadernos de Contabilidad*, 17, 377-420.
- Orjuela-Castro, J. A., & Suárez-Camelo, N. &-O. (2016). Costos logísticos y metodologías para costeo en cadenas de suministros: una revisión literaria. *Javeriana* , 45.
- Pirttil, T., & Hautaniemi, P. (1995). Activity-based costing and distribution logistics management. *International Journal of Production Economics*, 327-333.
- Quiñones, J. (2020). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero y Comercial. *Aplicación de la gestión de inventarios para reducir costos logísticos de una empresa comercializadora de insumos pecuarios*. Lima, Perú: Universidad San Ignacio de Loyola.
- S.L. Ho, M. X. (1998). The use of ARIMA models for reliability forecasting and analysis,. *Computers & Industrial Engineering*, 213-216.

- Santana, A., & Afonso, P. (2015). Analysis of studies on Time-Driven. *The International Journal of Management Science and*, 133-157.
- Schweikhart SA, D. A. (2009). aplicabilidad de las técnicas Lean y Six Sigma a la investigación clínica y traslacional. *Journal of Investigative Medicine.*, 748-755.
- Soler, D. (2009). *Diccionario de logística (2a. ed.)*. Barcelona: Marge Books.
- Stapleton, D., Pati, S., Beach, E., & Julmanichoti, P. (2004). Activity -based costing for logistics and marketing. *Journal of Business Process Management*, 584-597.
- Stouthuysen, K., Swiggers, M., Reheul, A., & Roodhooft, F. (2010). Time-driven activity-based costing for a library acquisition process: A case study in a Belgian University. *Library Collections, Acquisitions, and Technical Services*, 83-91.
- Uribe, R., & Escalante, J. (2014). *Costos logísticos*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Varila, M., Seppänen, M., & SUOMALA, P. (2007). Detailed cost modelling: a case study in warehouse logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 3-10.
- Vermorel, E. (2013). *Costos de inventario (ordenamiento, almacenamiento)*.
- Yamamoto J, A. D. (2010). Mejora de la seguridad en la distribución y administración de insulina mediante metodologías Lean Six Sigma. *Farmacia hospitalaria . Sage Journals* , 212-224.

