

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas

Diseño de una política de inventario para la generación de órdenes de compras a proveedores en un centro de distribución de una cadena de tiendas de ventas de productos de consumo masivo.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniera en Logística y Transporte

Presentado por:

Flores Gómez Gibson Gabriel

Orbe Bustamante Jorge Andrés

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a cada uno de los miembros de mi familia; de manera especial a mis padres Henri y Alis, a mis hermanas Gabriela y María, y a mi querido hijo Sebastián. No me alcanzan todos los títulos del mundo para retribuir el apoyo, las fuerzas, la comprensión, el amor y el ejemplo brindado a lo largo de mi carrera universitaria. Solo ustedes conocen todo lo que nos ha costado, gracias infinitas.

Gibson Flores

Quiero dedicar este proyecto a Dunia, Eduardo y Priscilla quienes siempre estuvieron presentes y apoyándome en mi desarrollo personal. El logro de este objetivo me llena de orgullo, ya que representa la culminación de una larga batalla que a pesar del tiempo y de las adversidades jamás renuncié.

Jorge Orbe

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por brindarnos las virtudes y dones necesarios para concluir con este proyecto.

A nuestra Alma Mater Espol, por habernos proporcionado una educación de calidad que se refleja en los profesionales que cosecha.

En primera instancia agradecemos a nuestros formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarnos a llegar al punto en el que nos encontramos. Sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a las ganas de transmitirnos sus conocimientos y dedicación que los ha regido, hemos logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de este proyecto con éxito y obtener una afable titulación profesional. De la misma forma, agradecemos el apoyo y la amistad que ambos nos hemos otorgado a lo largo de este año, que nos ha permitido ser un verdadero equipo no solo en lo académico sino también en la vida.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Flores Gómez Gibson Gabriel y Jorge Andrés Orbe Bustamante* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”.



**Flores Gómez
Gibson Gabriel**



**Orbe Bustamante
Jorge Andrés**

EVALUADORES

Mgtr. Carlos Ronquillo Franco

PROFESOR DE LA MATERIA

Ing. Alisson García Herrera

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

En el presente proyecto, se realizó un estudio a un centro de distribución, el cual cuenta con 48.000 m² para el almacenamiento de todos los productos donde 12.000 m² están destinados especialmente para el área de maquila y Picking, dentro de ellas tienen subáreas reasignadas el cual aplican distintas técnicas como el Batch Picking, cuyo sistema facilita la preparación de muchos pedidos al mismo tiempo separándolos por lotes. Ellos realizan sus órdenes de compras a los proveedores siguiendo el comportamiento de la demanda generada por las tiendas, considerando la ubicación, temporada y promociones. A través de un diagnóstico situacional del área de Batch Picking se pretende que se lleve un control eficiente en el proceso de abastecimiento desde la realización del pedido hasta el centro de distribución. Con el fin de implementar una política de inventario que ayude a ordenar y valorar los productos o elementos que componen el patrimonio, para así ser llevarlos a una base de datos sistematizados y crear mediante una plataforma computacional de optimización un modelo de gestión de inventario, el cual nos permita obtener indicadores logísticos de control de stock y conocer que productos tienen mayor venta y rentabilidad. En este sentido, se determinó que el actual software de inventario que maneja el centro de distribución es un WMS de Oracle. El proceso permitió conocer que el centro de distribución incurría en costos elevados de abastecimiento.

Palabras Clave: centro de distribución, batch picking, variables, política, inventario

ABSTRACT

In this project, a study was carried out in a distribution center, which has 48,000 m² for the storage of all products where 12,000 m² are especially for the maquila and Picking area, within them they have reassigned subareas which different techniques such as Batch Picking, whose system facilitates the preparation of many orders at the same time, separating them by batches. They place their purchase orders from suppliers following the behavior of the demand generated by the stores, considering the location, season, and promotions. Through a situational diagnosis of the Batch Picking area, it is intended that an efficient control is carried out in the supply process from the placing of the order to the distribution center. In order to implement an inventory policy that helps to order and value the products or elements that make up the heritage, to take them to a systematized database and create an inventory management model through a computational optimization platform, the Which allows us to obtain logistical indicators of stock control and to know which products have the best sale and profitability. In this sense, it was determined that the current inventory software that manages the distribution center is an WMS system from Oracle. The process of getting to know that the distribution center was incurring high supply costs

Keywords: *distribution center, batch picking, variables, policy, inventory*

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	V
RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	VII
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	VIII
ABREVIATURAS.....	IX
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Justificación del problema	3
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. Marco teórico.....	6
1.4.1. Estado del arte	6
1.4.2. Marco conceptual	8
CAPÍTULO 2	5
2. METODOLOGÍA.....	5
2.1 Técnicas de investigación.....	5
2.1.2 Levantamiento de información.....	17
2.1.3 Análisis de la información levantada: (Situación actual).....	19
2.1.3.1 Parámetros utilizados en Clasificación ABC	21

2.1.3.2	Parámetros costo en Clasificación ABC.....	26
2.2	<i>Recopilación de los datos</i>	27
2.3	<i>Descripción de los modelos</i>	28
2.3.1	Método para pronosticar la demanda	28
2.3.2	Política de inventario	29
2.3.3	Sistema de revisión continua de inventario con lead time	29
2.3.3.1	Calculo del punto de reorden.....	29
2.3.3.2	Calculo del Inventario de Seguridad	30
2.3.3.3	Cálculo de la cantidad óptima de pedido	30
2.3.3.4	Cálculo del costo de la política de inventarios	31
2.4	<i>Uso de software</i>	32
2.4.1	Software estadístico R.....	32
2.4.2	Microsoft Excel	32
2.4.3	Python	33
2.5	<i>Consideraciones legales y éticas</i>	35
2.6	<i>Fases del proyecto</i>	35
2.7	<i>Cronograma de trabajo</i>	38
CAPÍTULO 3		41
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	41
3.1	<i>Pronóstico de la Demanda</i>	41
3.2	<i>Definición de parámetros para el modelo de revisión continua</i>	50
3.3	<i>Aplicación del modelo de revisión continua.</i>	52
3.4	<i>Análisis Económico</i>	55
3.4.1	Esquema de Pedidos.....	55
3.4.2	Costo logísticos	56
CAPÍTULO 4		57
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57

<i>4.1 Conclusiones</i>	57
<i>4.2 Recomendaciones</i>	58
BIBLIOGRAFÍA.....	59
ANEXOS	61
ANEXO 1.....	61
ANEXO 2.....	62
.....	62
ANEXO 3.....	63
ANEXO 4.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Resultados obtenidos del levantamiento de datos muestra obtenidos de las entrevistas realizadas al personal de operaciones del centro de distribución.	17
Tabla 2.2. Costos generados bajo el criterio de Pareto Costo de enero a junio.	26
Tabla 2.3. Plan de trabajo para elaboracion de proyecto.....	39
Tabla 3.3 Pronóstico para todos los productos durante las siguientes 8 semanas de la fecha de los datos	48
Tabla 3.4. Parámetros definidos para aplicar la política de inventario.....	50
Tabla 3.5. Código elaborado en el programa Python.....	522
Tabla 3.6. Política de Inventario.....	523
Tabla 3.7. Cálculo de costo total de almacenamiento y pedidos para el artículo P1 con el esquema actual.....	55
Tabla 3.8. Cálculo de costo total de almacenamiento y pedidos para el artículo P1 con el esquema propuesto.	55
Tabla 3.9. Comparación del costo total.	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1. Diagrama de Flujo de descripción y definición del problema.	4
Gráfico 1.2. Diagrama de niveles de stock.....	10
Gráfico 1.3. Gráfico del comportamiento del modelo EOQ.	13
Gráfico 1.4. Clasificación ABC.....	14
Gráfico 2.5. Pasos para generar un pedido.	18
Gráfico 2.6. Serie de tiempo del ítem 6.....	20
Gráfico 2.7. Serie de tiempo del ítem 6 con la data depurada.	21
Gráfico 2.8. Representación gráfica de la clasificación ABC de los 68 Sku bajo el nivel de venta, utilidad y costo.	22
Gráfico 2.9. Representación gráfica según criterio ABC ventas y Lead Time.	23
Gráfico 2.10. Representación gráfica según criterio ABC utilidad y Lead Time promedio.	23
Gráfico 2.11. Representación gráfica según criterio ABC utilidad categorizadas por familia.	24
Gráfico 2.12. Gráfica de los productos mayor vendidos.	25
Gráfico 2.13. Gráfica de los productos que generan mayor utilidad.	25
Gráfico 2.14. Grafica de pastel porcentual de la cantidad de producto por Proveedor.	26
Gráfico 2.15. Flujograma de Trabajo para elaboración del proyecto.	36
Gráfico 2.16. Diagrama de actividades del proyecto.	37
Gráfico 3.17. Código para graficar la serie de tiempo en R Studio.	41
Gráfico 3.18. Serie de Tiempo del producto P1.	422
Gráfico 3.19. Código para graficar el ACF y PACF.	422
Gráfico 3.20. ACF y PACF de la serie temporal para el producto P1.	433
Gráfico 3.21. Código para realizar la primera diferenciación a la serie de P1.	433
Gráfico 3.22. Serie de tiempo del producto P1 diferenciada una vez.	444
Gráfico 3.23. ACF y PACF de la serie temporal para el producto P1 diferenciada una vez.....	444
Gráfico 3.24. Código para realizar la segunda diferenciación a la serie de P1.	455
Gráfico 3.25. ACF y PACF de la serie temporal para el producto P1 diferenciada dos veces.	455
Gráfico 3.26. Código para realizar la predicción del modelo en R Studio.	466
Gráfico 3.27. Cálculo de coeficientes y criterios de predicción.	476
Gráfico 3.28. Cálculo de residuales y forecast de la demanda.	477
Gráfico 3.29. Pronóstico durante las siguientes 8 semanas.....	477

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Costo total por ordenar.....	11
Ecuación 2: Costo total por compra	12
Ecuación 3: Costo total por almacenar	12
Ecuación 4: S.....	12
Ecuación 5: Punto de reorden.....	30
Ecuación 6: Inventario de seguridad.....	30
Ecuación 7: Cantidad óptima de pedido del producto.	31
Ecuación 8: Costo de política de inventarios.....	31

ABREVIATURAS

CROSS DOCKING	Llevar producto descargado a un vehículo de salida.
BATCH PICKING	Método de extracción de inventario o recogida de lotes.
ESPOL	Escuela superior politécnica del litoral.
ERP	Sistema de planificación de recursos empresariales.
PICK TO LIGHT	Sistema semiautomatizado que utiliza pantallas digitales.
CADDIES	Aranceles metálicos para transportar mercadería.
GAMS	Software de alto nivel para el modelado matemático.
PICKING	Recolección de material a través del almacén de manera manual o automática.
WMS	Es un sistema de administración de almacenes como una solución de software.
BPA	Buenas prácticas de almacenamiento.
ARCSA	Agencia de regulación y control sanitario.
ISO	Organización internacional de normalización.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La política de inventario contribuye a ordenar y valorar los productos o elementos que componen el patrimonio para ser llevados a una base de datos sistematizados (Serna Hernández, Gonzalez, & Aristizabal, 2018).

La empresa en estudio es una cadena de tiendas de ventas de productos de consumo masivo (Retail) cuyo Centro de Distribución (CEDI) se encuentra ubicado en el km. 49.5 de la vía Guayaquil-Portoviejo, en el cantón Lomas de Sargentillo cuyo trabajo es distribuir los diversos productos adquiridos por 135 proveedores, a los 125 locales ubicados en zonas estratégicas en toda la ciudad de Guayaquil. Al ser este de grandes dimensiones enfocaremos el estudio principalmente en el área de Batch Picking, a los productos procesados de mayor rotación que son abastecidos por 35 proveedores. El enfoque investigativo de este proyecto consistirá en analizar el proceso de pedido, de proveedor al centro de distribución, además, de los movimientos que intervengan a fin de determinar la cantidad de pedidos a generar de cada producto, que se debe de realizar en el segundo semestre del año 2021. Para ello se toma como base, los datos de los pedidos realizados en el área de Batch Picking, en el rango de enero a junio del 2021 de los 68 SKU que intervienen en dicha área.

Los almacenes dedicados a las ventas de productos de consumo masivo realizan innumerables actividades que son designadas en distintas áreas, una de ellas es el picking, área que representa hasta el 60% de los costos de operación, ya que requiere de mucha mano de obra y tecnología (Esmena, 2021). Los trabajos de investigación realizados nos proporcionan la información y pautas necesarias para la elaboración de una política de inventario, para resolver el problema de abastecimiento de los productos procesados que se realizan a los distintos proveedores. Según la referencia citada, los datos necesarios para la elaboración del modelo son: la demanda de los productos, la rentabilidad, LT (Lead time), y costos, son el punto de partida para implementar el método de clasificación ABC que utiliza el principio de Pareto para segmentar las mercancías del almacén en 3 categorías con un nivel de servicio proporcionado por la empresa del 95%.

1.1. Descripción del problema

La empresa en estudio actualmente no cuenta con una política establecida para el abastecimiento de los productos en el área de Batch Picking. Por tal motivo es complicado determinar la cantidad que se debe mantener en stock los productos, así como también el número de pedidos para cumplir con la demanda y los productos adicionales que requieren las tiendas para cumplir con sus promociones y convenios comerciales. Actualmente ellos realizan sus compras a los proveedores siguiendo el comportamiento de la demanda, generada por las tiendas considerando la ubicación, temporada y promociones, tomando como modelo de abastecimiento el método de mínimos y máximos y el de pronóstico.

Este sistema, aunque bueno, pero no eficiente puede conllevar a un inadecuado abastecimiento de la mercadería, generando que los productos que se envíen sean menos de los que se venden, que las tiendas no tengan stock de los productos y que existan pérdidas y caducidad de la mercadería, generando costos elevados en las operaciones del almacén. Esto conllevaría a no cumplir con las buenas prácticas de almacenamiento (BPA), que en la actualidad son reglamentos establecidos por el gobierno ecuatoriano hacia las empresas productoras quienes distribuyen, almacenan y despachan productos para el consumo humano, con fin de que los productos y alimentos sanos se encuentren admisibles para el consumidor precautelando la salud humana y el medio ambiente.

1.2. Justificación del problema

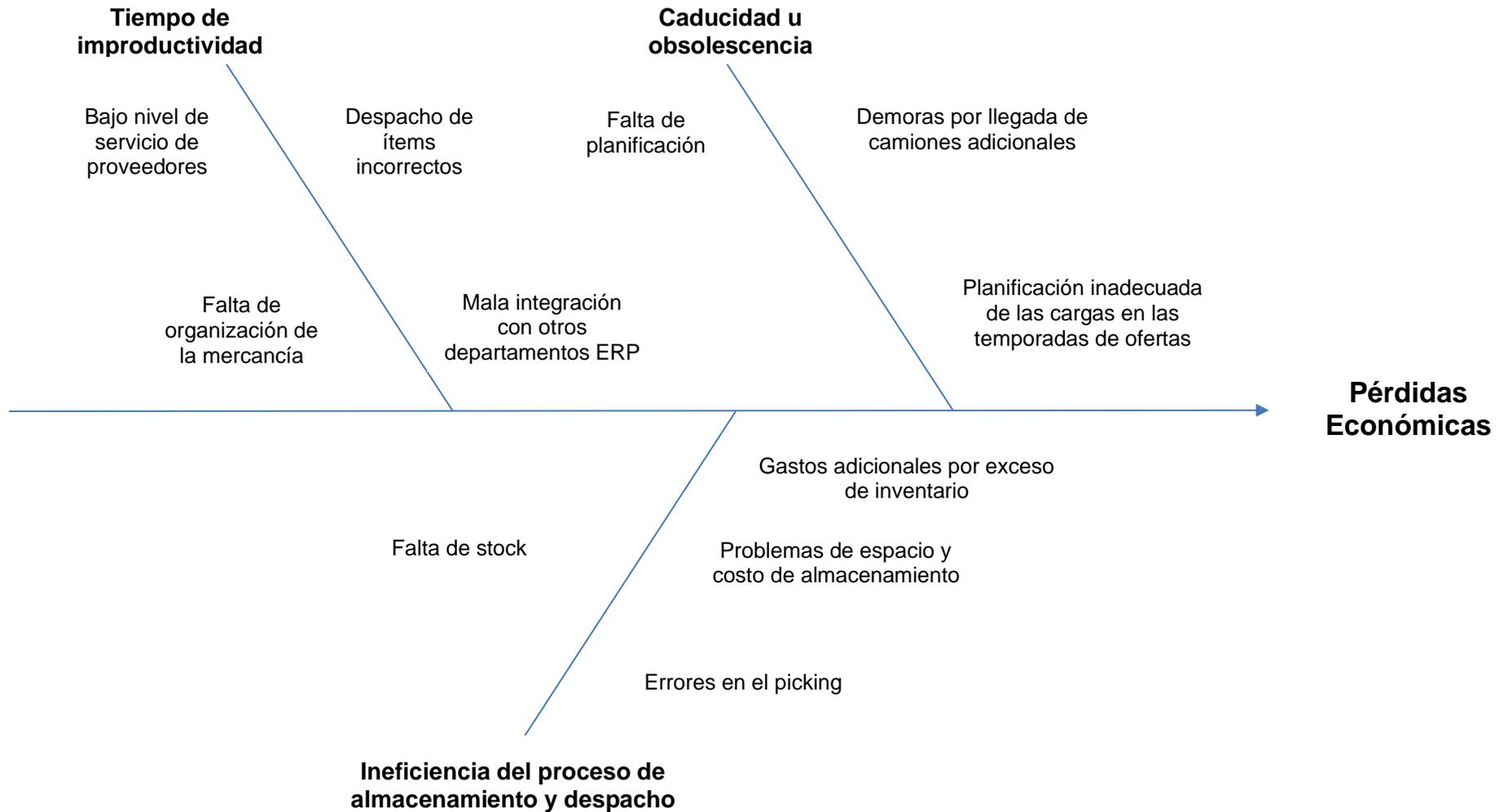
El manejo inadecuado del inventario de los productos terminados en una organización causa inconvenientes con la cantidad óptima de stock, provocando inconformidad a los clientes y retrasos en la producción por la acumulación de pedidos pendientes (García-Moreira & Maldonado-Asanza, 2015).

El presente trabajo de investigación busca que la empresa lleve un control eficiente en el proceso de abastecimiento desde la realización del pedido hasta el centro de distribución. Al no tener claro el proceso es necesario trabajar en la política para el control de inventarios, a través de la planificación y administración de los productos. Lo que permite conocer la cantidad necesaria de mercancía para almacenar.

De esta forma se desea satisfacer los requerimientos de todas las tiendas distribuidas en la ciudad de Guayaquil mientras se produce la compra, al igual de aprovechar las economías de escala, es decir los grandes volúmenes de compras. Además de controlar el precio, ordenar las actividades, se busca mantener el stock; por tanto, se logra la correcta toma de decisiones. Una vez analizado los trabajos de investigación, se puede observar que la implementación de una política inventarios trae beneficios a largo plazo para la empresa, es decir, tener un mínimo de tres meses de plazo para empezar a medir los indicadores logísticos tales como el del stock. Sin embargo, para la aplicación de un modelo o de varios modelos, traerá a la empresa en estudio un costo adicional por el uso de software. Sin embargo, la integración de una política óptima de inventario permitirá a la empresa controlar de mejor manera todos los aspectos necesarios para entregar un servicio de distribución con excelentes resultados.

El diagrama de la problemática del gráfico 1, es una estrategia que permite analizar el problema tomando en cuenta las posibles causas, se representa por medio de un diagrama de árbol. El concepto central o tronco parte de la pérdida económica que resulta no abastecer de manera adecuada las tiendas, redirigiéndose hacia sus conceptos secundarios o ramas tales como, caducidad de la mercadería, ineficiencia del proceso de almacenamiento y despacho, problema el cual se aborda para la implementar políticas que tenga efecto al área en estudio para reaccionar con rapidez a las exigencias del mercado.

Gráfico 1.1 Diagrama de Flujo de descripción y definición del problema.



Fuente: Elaboración propia

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar una política de inventario para los productos procesados del área de Batch Picking de una empresa de distribución y venta de mercancía de consumo masivo, a través de, la implementación de modelos matemáticos e indicadores logísticos usando business intelligence con el fin de maximizar la utilidad y evitar el exceso de stock.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual para conocer los procesos que se desarrollan en el área de Batch Picking del centro de distribución.
2. Analizar la demanda que siguen los productos procesados, para determinar qué modelo de inventario utilizar por medio de métodos estadísticos.
3. Formular modelos matemáticos de inventario para los productos categorizados mediante una plataforma computacional de optimización, de modo que los artículos se encuentren disponibles en la cantidad y momento adecuados.
4. Implementar un Dashboard que permita segmentar por distintos criterios la clasificación ABC de los productos procesados de mayor rotación en el área de Batch Picking.
5. Evaluar los resultados obtenidos para comparar la situación propuesta con la situación actual.

1.4. Marco teórico

1.4.1. Estado del arte

Para el direccionamiento correcto del proyecto se ha recopilado información pertinente de trabajos previos que aportan de distintas formas en su avance. A continuación, se explica cada trabajo de investigación.

La investigación realizada por (González, 2020), el cual lleva por título “Un modelo de gestión de inventarios basado en estrategias competitiva” aplicado a una empresa de multi productos y con variabilidad de demandas. Este autor, utiliza como metodología una estructura compuesta de cuatro etapas, en la cual, en el primer paso, realiza una identificación de la estrategia competitiva de adquirir los productos con frecuencia para reducir costos. Dentro de la segunda etapa, realizó la clasificación de los inventarios de acuerdo con la estrategia de la empresa (A-B-C), organizando los productos por nivel de servicio, rotación e importancia, en función de la demanda. En la tercera etapa, en base a la clasificación que se obtiene, se procede a realizar un pronóstico de la demanda empleando el coeficiente de variación como medida de variabilidad y como técnicas de pronóstico la suavización exponencial, a pesar de que la metodología es flexible y se pudo emplear otros métodos de series de tiempo. En la última etapa, se implementó el mismo modelo, pero considerando otros aspectos, por lo que en la clasificación A se incluyó los productos de revisión periódica, para tener un mejor control mientras que, en el B y C, se otorgó una de revisión continua para tener un control menos estricto. Luego de tres meses de aplicación del modelo, se impulsó el crecimiento del nivel de servicio hacia el 98% definido en la estrategia de la empresa, por lo que el aumento del nivel del servicio de la empresa fue del 13.39%.

Se afirma que el trabajo propuesto aporta a este proyecto, debido a que brinda una metodología, el cual se aplicará a la empresa en estudio realizando la clasificación ABC de los productos bajo 3 distintos parámetros, importantes para definir una política de inventario que son: ventas, utilidad y costos. Y así determinar un modelo determinístico para los productos de categoría A que tienen mayor rentabilidad y un modelo de revisión periódica para los productos B, C que generan baja utilidad.

En un estudio realizado por Oramas , (Oramas , Ortiz, & Marquez S. , 2020) que llevo por título “Modelo de revisión continua de inventarios con incertidumbre en sus parámetros” establece un modelo para la política óptima de inventarios de 10 productos seleccionados de un centro comercial, perteneciente a la cadena de tiendas TDR Caribe, de los cuales ellos mantienen una política de revisión continua, sin embargo, sus parámetros presentan incertidumbre en su comportamiento. Por medio del modelo matemático EOQ, se pudo representar el comportamiento de los sistemas de inventario aplicando la lógica de la borrosidad y de esta forma, determinar la política a seguir en términos de la cantidad a pedir y el tiempo, para que se alcance un manejo del sistema con un costo total económico. Este estudio permitirá que por medio del modelo matemático EOQ, observar el comportamiento del nivel de stock de los productos terminados en el área de Batch Picking por medio de indicadores y tener una mejoría en el inventario de los 68 Sku, logrando que la empresa sea más competitiva.

Por último, en una investigación realizada por (Brandau, 2017) con el tema: “Diseño de plan de Picking y análisis de políticas de posicionamiento de inventario”, quien plantea como objetivo general “Diseñar propuestas de manejo de inventario a partir de un análisis ingenieril de entradas, salidas, infraestructura y recursos, con el propósito de generar un rediseño que genere un impacto en la gestión de inventario”. El autor llega a la conclusión que se generaron indicadores de nivel de stock en función de la utilidad y las ventas; los que permitirán a la administración medir la rentabilidad de los productos por grupo de familia permitiendo realizar un seguimiento y control de dichos estadísticos. Por lo tanto, se puede afirmar que el trabajo propuesto aporta a este proyecto brindando una metodología y el uso de indicadores de gestión de inventario que nos permitirán medir e identificar puntos deficientes al momento de realizar una orden a proveedores. Esta puede ser ejecutada con distintos parámetros o puede ser combinada con otras técnicas de mejora y así lograr conocer con mayor exactitud los Sku que tienen mayor rentabilidad, mayor rotación y su nivel de stock, que se van a ir desarrollando confirme avance el estudio.

1.4.2. Marco conceptual

Política de inventario

El inventario es un concepto importante para la gestión y acción de una empresa, ya que por medio de aquello se puede conocer los elementos constituidos como materias primas, productos en procesos, suministros que se utilizan en las operaciones y productos terminados. Es así como la investigación tomó como objeto de estudio a la cadena de tiendas de venta de productos de consumo masivo, en la que se evidencia los procesos que se llevan a cabo en el centro de distribución de productos e insumos para la venta, y se despachan las órdenes para abastecer a las tiendas y colocarlos en las estanterías, lugar de fácil acceso al consumidor.

De hecho, (Heizer, 2017) señala que el pronóstico de venta es aquel factor que ayuda a planear la capacidad que se requiere de inventario en un futuro determinado para lograr que la empresa se abastezca y así lograr cumplir con la demanda del cliente. Es así como, este estudio nos ayuda a visualizar que una buena manera de mejorar la eficiencia y eficacia de un almacén es generar una correcta política de inventario que tenga una estrecha relación con el área de compras y cumpla con la demanda, y así obtener un buen nivel de servicio.

Según (Matamoros, 2018) una política de inventario es la lógica con que se administra y controla el inventario de un producto, se debe responder a cuánto y cuándo pedir y con qué frecuencia se debe revisar la posición de inventario. Esto contribuye a que el diseño de la política de inventario que se realizara en este proyecto tenga tres factores claves:

- Inventario "On Hand": inventario que se tiene en la bodega
- Inventario en tránsito: inventario que aún no se encuentra en la bodega, pero viene en camino y es de la propiedad de la empresa.
- Posición de inventario: nivel de inventario en el sistema (On hand + Tránsito - Pendientes)

Es así como la empresa en estudio, cada vez que, tenga una entrada o salida de producto deba revisar el inventario y monitorear su posición en cada transacción, para así determinar si se debe de pedir o no. En este caso se realiza revisión continua, cuando se colocan los nuevos pedidos y la cantidad de inventario baja hasta cierto nivel, que se llama punto de reorden.

Modelos de inventarios

Los modelos de inventarios son métodos que ayudan a minimizar o reducir los niveles de inventario requeridos en la producción. Existen varios métodos que nos pueden ayudar a conseguir dicho objetivo (Reino, 2014).

Según la naturaleza de la demanda:

- Determinista: En este tipo la demanda siempre es conocida, y se da cuando se realiza la venta bajo pedido de cada uno de los artículos.
- Estocástica: para este tipo la demanda es cíclica, por lo que no se la conoce con seguridad.

Según el tipo de revisión de los niveles de inventario:

- Continua: Los niveles de inventario son conocidos en cualquier instante de tiempo.
- Periódica: Se revisan los niveles de inventario cada cierto periodo de tiempo.

Según el tipo de producto:

- Perecederos
- Sustitutos
- Durables con el tiempo (metales)

Según la cantidad de productos:

- Modelos para un producto
- Modelos para Multiproductos

Según el tiempo de reposición

- Reposición instantánea (comprado)
- Reposición continua (fabricado) ((Reino, 2014)).

Este estudio ayudo a que se analizaran los datos proporcionados por la empresa, y los parámetros que se consideran para el análisis de este proyecto, tales como: la demanda de las tiendas y los productos procesados. Donde se implementará un modelo determinístico con un periodo de revisión continua.

Política de revisión continuas

Según (Guerrero, 2016) la política de inventario continua debe considerar los siguientes aspectos:

(s, Q): Cuando la posición de inventario es menor o igual al punto de reorden (s), se debe hacer un pedido de tamaño Q.

(s, S): Conocida como la política de mínimos y máximos, cuándo la posición de inventario es menor o igual al punto de reorden (s) se debe ordenar la diferencia entre la posición de inventario y el punto máximo (S).

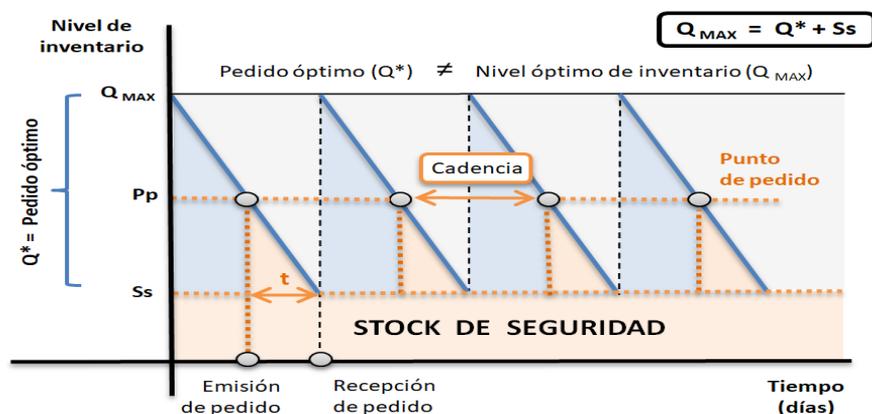
Punto de reorden (S)

Es el punto o inventario mínimo, es la cantidad mínima de inventario requerida por la empresa para garantizar que se cumpla con la demanda durante el lead time. Esto nos permitirá que la cadena de tiendas de venta de productos de consumo masivo deba estar pendiente del tiempo en el cual se hace la orden, hasta el momento que está disponible el producto, aproximadamente pasan tres días, en este tiempo el proveedor invierte un día de preparación y dos días de transporte, por lo tanto, el punto de reordena es cuanto inventario necesita la empresa para sobrevivir o satisfacer la demanda esos cuatro días.

Stock de seguridad

Es el inventario extra que se tiene en el almacén para hacer frente a imprevistos relacionados con cambios en la demanda o retrasos de los proveedores (Taha, 2004) . El objetivo de mantener existencias de seguridad es evitar caer en una rotura de stock.

Gráfico 1.2 Diagrama de niveles de stock.



Fuente: Investigación de operaciones 6 a. Edición

El gráfico 2 representa de una forma simplificada los distintos niveles de stock y toda representación de las existencias almacenadas fluye en picos y valles.

Lead Time

Es el tiempo estimado que tarda un proveedor en suministrar los productos pedidos al almacén (Ballou R. H., 2004). Generalmente, la empresa tendrá acordado con el proveedor un tiempo de suministro concreto. Sin embargo, a este se le debe añadir un retraso extra que será el que cubra el stock de seguridad.

Modelo determinístico de cantidad económica de pedido (EOQ) con Lead time > 0

El modelo EOQ describe el equilibrio entre los costos de pedidos y los costos de mantener el inventario, además de que es la base para el análisis de sistemas o modelos más complejos. El objetivo de este modelo es determinar la cantidad óptima de pedido q y el instante en que este debe de realizar.

Los costes que intervienen en la gestión del inventario son:

- Costo anual por hacer pedidos
- Costo anual de compra
- Costo anual de mantenimiento

La ecuación 1 Indica que para ello es importante conocer la demanda, si tenemos una demanda (D) y cada vez que se realiza un pedido es de tamaño Q , significa que el costo asociado al número de órdenes de cada unidad de tiempo debe ser calculado. Para calcular el costo total por órdenes se debe multiplicar el costo por ordenar por el número de órdenes, donde K es igual a la división de D (demanda) con respecto al tamaño del pedido Q .

Ecuación 1: Costo total por ordenar

$$\begin{aligned} \text{Costo total por ordenar} &= \text{Costo por ordenar} * \text{Número de órdenes} \\ \text{Costo total por ordenar} &= K = \frac{D}{Q} \end{aligned}$$

La ecuación 2, tomando en cuenta que el costo de compra por unidad (c) es independiente del tamaño de la orden (Q), el costo total por compra es igual a la multiplicación de la demanda por el costo de compra.

Ecuación 2: Costo total por compra

$$\begin{aligned} \text{Costo total por compra} &= \text{Demanda} * \text{Costo de compra} \\ \text{Costo total por compra} &= D * c \end{aligned}$$

La ecuación 3 quiere decir, que el costo asociado a mantener el producto en el inventario está dado por el costo total por almacenamiento que es el resultado del inventario promedio por el costo de almacenamiento por unidades. Donde Q es la cantidad que está siendo ordenada se divide para 2 y se multiplica por h que es el costo anual para almacenar una unidad.

Ecuación 3: Costo total por almacenar

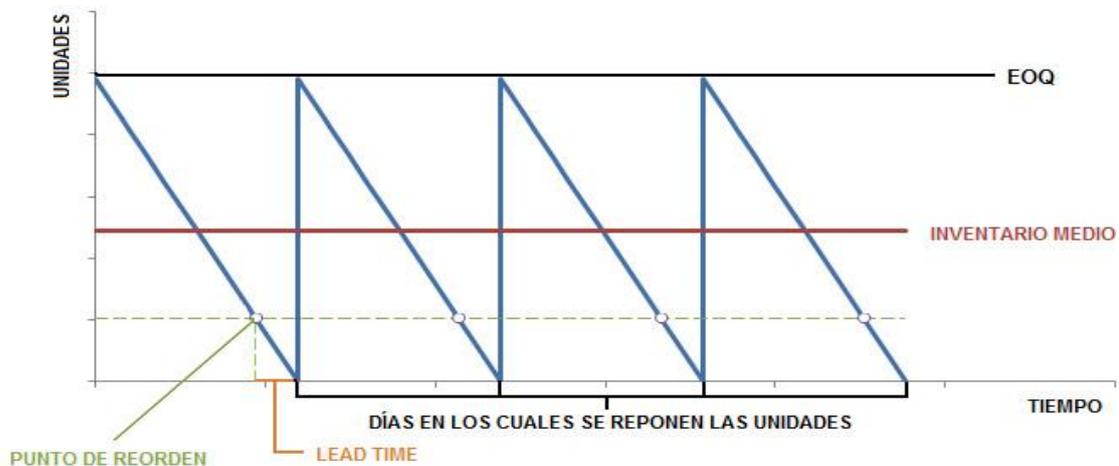
$$\begin{aligned} \text{Costo total por almacenar} &= \text{Inventario promedio} * \text{Costo de almacenamiento por unidad} \\ \text{Costo total por almacenar} &= \frac{Q}{2} * h \end{aligned}$$

Si el lead time es mayor que cero, el punto de reorden es diferente de cero y se calcula como:

Ecuación 4: S

$$\begin{aligned} S &= L_e D \\ \text{donde } L_e &= L - \left[\frac{L}{T} \right] T \text{ es el lead time efectivo} \end{aligned}$$

Gráfico 1.3. Gráfico del comportamiento del modelo EOQ.



Fuente: Quiroga (2021)

De acuerdo con el gráfico 3 se puede observar el comportamiento del tiempo con respecto al inventario y como este fluctúa. Describe el análisis desde el contexto implica identificar qué elementos podría estar afectando la gestión de sistemas de inventarios. En este proyecto el modelo matemático EOQ, nos ayudará a representar el comportamiento de los sistemas de inventario aplicando la lógica de la borrosidad y de esta forma, determinar la política a seguir en términos de la cantidad a pedir y el tiempo, para que se alcance un manejo del sistema con un costo total económico.

Clasificación ABC

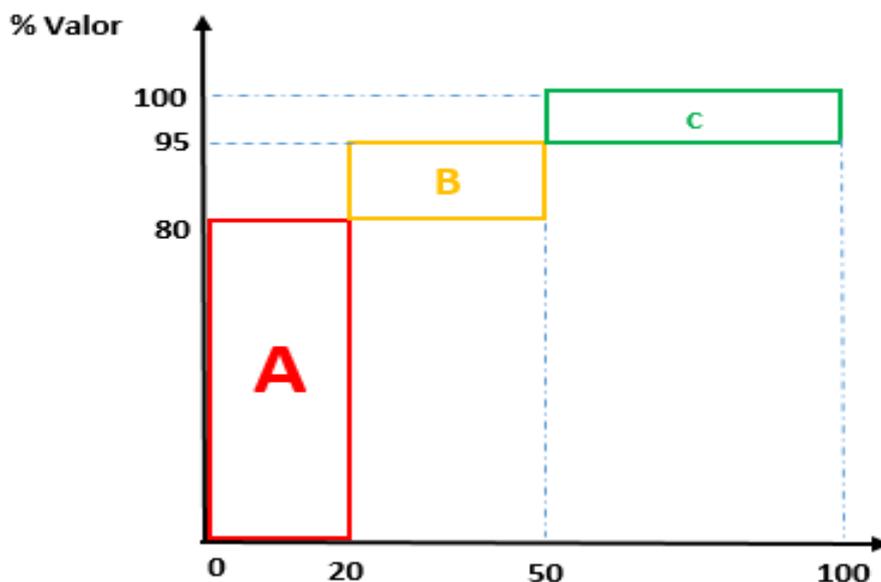
Para (Meana, 2017) el análisis ABC es un método de categorización de inventario que consiste en dividir los artículos en tres categorías:

- Categoría A: tiene un impacto importante en el valor global del inventario
- Categoría B: artículos que tienen poco impacto en este rubro
- Categoría C: representan valor mínimo del inventario

Es una técnica para segmentar los productos según su importancia, esta clasificación debe seguir un criterio por ejemplo su valor de rotación en el inventario, esto ayuda a tomar decisiones y priorizar los productos que más impacto tiene en los objetivos globales. En lugar de focalizar esfuerzos y recursos por igual en todos los productos,

aunque se pueden seguir diferentes criterios, un criterio típico es el valor de inventario calculado como su demanda anual multiplicada por su costo unitario. Después se ordena de mayor a menor y se agrupan según el porcentaje que representan respecto al total.

Gráfico 1.3. Clasificación ABC.



Fuente: Peiró (2021)

El gráfico 4 muestra la clasificación ABC que regularmente son porcentajes que manejan en la cadena de tiendas de venta de productos de consumo masivo, aquí la clasificación se utiliza para colocar los artículos en las estanterías del almacén, en este caso los productos de categoría serían los indicados para las mejores zonas del almacén y aquellas más próximas al área de expedición.

En el proyecto se implementará este método de categorización ABC bajo el criterio de Pareto y en base a 2 parámetros que son: utilidad y venta. Para identificar cuáles de los 68 Sku son de mayor importancia y cuáles no. Con el objetivo de tomar decisiones, definir estrategias e impulsar el nivel de servicio, aspectos de gran importancia para determinar una política de inventario.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Para la ejecución del presente proyecto, se realizó un estudio de caso, para definir la probabilidad de no quedarse sin inventario durante el tiempo en que se emite una orden de pedido hasta que este llega, a través del diagnóstico situacional del área de batch picking. Los modelos de abastecimiento que utiliza la empresa en estudio son los métodos de mínimo y máximo y el de pronóstico, el cual son manejados por el departamento de data science que se encargara de compartir la base de datos de los 68 Sku y las ordenes de pedidos realizados durante el rango de tiempo de enero a junio del 2021, y todos los parámetros que intervienen en la generación y entrega del pedido, además, de que los productos estén categorizados en 8 familias. Por esta razón fue necesario trabajar en la política, en base al modelo EOQ eficiente para la comprensión de los datos, exactitud de los productos procesados idóneo para determinar el monto óptimo de pedidos, además esencial para el control de inventarios, a través de la planificación y administración de los productos. Esto permitió conocer la cantidad necesaria de mercancía para almacenar y distribuir a las 125 tiendas en la ciudad de Guayaquil. La estrategia de identificación permitió realizar la clasificación ABC de aquellos productos que a corto, mediano o largo plazo sean segmentados y organizados. Para el diseño de una política se trabajó con el método determinístico de revisión continua que permitió establecer lineamientos de control y caracterización de la demanda.

2.1 Técnicas de investigación

Se usa como herramienta principal el trabajo previo de 2 estudiantes de Logística y Transporte de Espol (flores & orbe, 2021), cuya labor fue realizar un trabajo de campo y

poseer conocimientos previos sobre recolección de datos, modelos matemáticos y estadística. Para una correcta interpretación de la información obtenida, con el objetivo específico de capturar datos y conocer los problemas y necesidades que tienen dentro del almacén con los productos procesados de mayor rotación. La población investigada fue al personal de operaciones del centro de distribución tales como: jefes de cuentas, jefe de bodega, auxiliares, estibadores y personal administrativo cuyo marco muestral fue la base de datos proporcionada por recursos humanos.

Con una población de 83 personas con afijación proporcional, se realizó un cuestionario que luego fue utilizado para realizar las respectivas entrevistas el jueves 02 de septiembre vía correo electrónico, video llamada y presenciales a 53 entrevistados, cuyo análisis de resultados fueron de variables cuantitativas. Dado a la brevedad del cuestionario fue posible realizar las entrevistas en un día.

El uso de instrumentos informáticas tales como hojas de cálculo (Excel), fueron fundamentales para realizar una investigación estadística, dado a su rapidez de procesamiento con una vasta capacidad gráfica, que lograron establecer el procedimiento de previsión más cercano a los valores reales.

Para la obtención de los datos se estableció el siguiente proceso:

- Elaboración de las preguntas
- Determinar la población objetiva y población investigada
- Listado de datos del personal de operaciones proporcionado por RR. HH
- Elaboración del cuestionario
- Realización de una prueba piloto para verificar la utilidad de cuestionario y las preguntas.
- Procesamiento de los datos
- Tabulación de las encuestas en Microsoft Excel.
- Elaboración de las tablas y gráficos para representar los resultados de las preguntas.
- Elaboración del análisis e interpretación de los resultados.

2.1.2 Levantamiento de información

La tabla 1 muestra los resultados de las entrevistas realizadas al personal de operaciones del centro de distribución tales como: jefe de bodega, auxiliares, estibadores y personal administrativo. El cual se observa que los tiempos en los procesos dentro del CEDI son afectados por las demoras en los pedidos a los proveedores, causando inconvenientes en el control del inventario, stock y retrasos en despachos por la acumulación de Caddies que esperan ser embarcados.

Tabla 2.1. Resultados obtenidos del levantamiento de datos muestra obtenidos de las entrevistas realizadas al personal de operaciones del centro de distribución.

PROBLEMA	Frecuencia observada (horas)	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	% Frecuencia acumulada
Demoras en la generación de un pedido	3920	3920	61,13%	61,13%
Demoras en la preparación de despacho	1306,67	5226,67	20,38%	81,51%
Despacho de SKU incorrectos	735,33	5962	11,47%	92,97%
Demoras en abastecimiento por parte de proveedores	367,67	6329,67	5,73%	98,71%
Demoras por llegada de camiones adicionales	83	6412,67	1,29%	100,00%
Total	6412,67		100,00%	

Elaborado por: los Autores
Fuente: Empresa de venta de producto masivo

En el gráfico 5 se muestra un diagrama indicando los pasos a seguir para la generación de un orden, de la empresa en estudio con el fin de comprender el área de Batch Picking y los pedidos que se realizan entre el proveedor y el centro de distribución detallados a continuación:

Paso 1: El proveedor entrega la documentación correspondiente a la mercadería que ingresa para ser revisado por el trabajador operativo quien verifica todos los datos.

Paso 2: Se rompe el stretch film del pallet donde verifican la volumetría de las cajas para seleccionar un pallet y cargarlos para luego ser asegurados y ser movilizadas a su respectivo rack.

Paso 3: El sistema de la empresa da la ubicación del pallet el cual contiene los

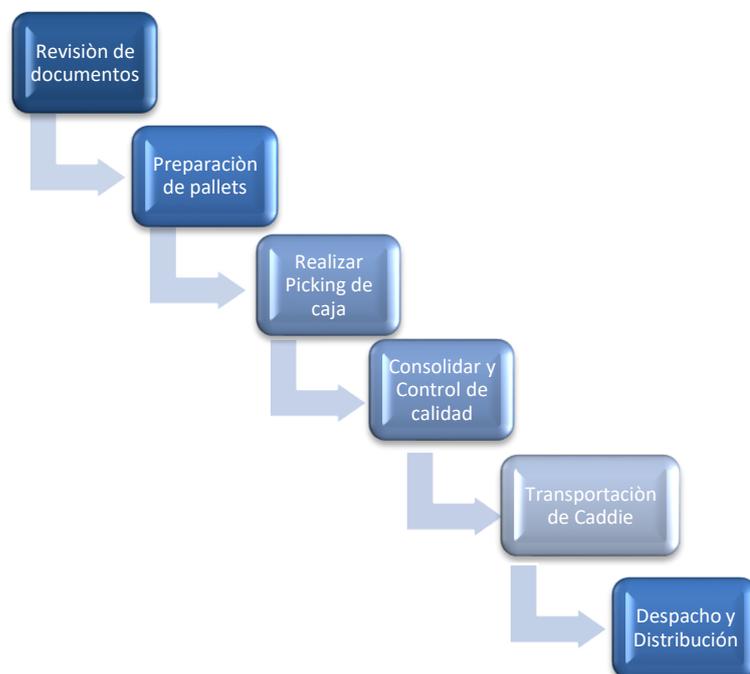
productos solicitados, se escanea la etiqueta se procede a abrir las caja o sacos se verifica la cantidad, calidad y empaque del producto.

Paso 4: Se consolida los productos en Caddie de 1.5 m de ancho por 3 m de alto para ser escaneados para verificar en el sistema la cantidad correcta y luego ser apilados en la ubicación Dropp-Off.

Paso5: Los Caddie son asegurados usando stretch film luego el contenedor es transportado hacia a puerta de despacho con el uso de Order Picking y la asistencia del PDT.

Paso 6: Se registra las unidades logísticas utilizadas y los recintos donde serán llevados, se realiza la guía de remisión, se revisa los documentos entregados por el proveedor y se imprime el ticket de salida.

Gráfico 2.4. Pasos para generar un pedido.



Fuente: Elaboración propia

2.1.3 Análisis de la información levantada: (Situación actual)

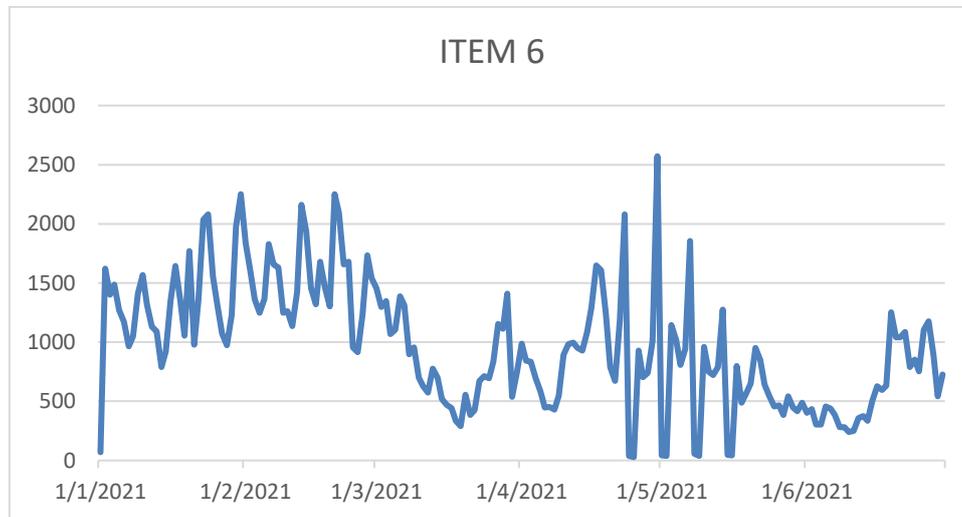
En el área de Batch Picking se realizan 56 actividades entre trabajadores operarios, estibadores y auxiliares administrativos de las cuales 22 agregan valor al proceso en el área analizada. Todas estas actividades son realizadas desde que se reciben vía correo electrónico los documentos, pasando por la recepción de la mercadería, luego esta mercadería es ubicada en el área para su posterior despacho.

Con respecto al sistema de inventario que se sigue, la empresa tiene establecido el criterio de máximos y mínimos. Esto indica que cuando el stock del producto llega al punto mínimo definido se realiza el pedido de las unidades hasta llegar al valor máximo, en términos logísticos el mínimo es el punto de reorden para colocar un nuevo pedido y la cantidad de pedido que se realiza corresponde a la diferencia entre el valor máximo menos el valor mínimo.

La política de inventario que sigue la empresa es de revisión continua, dado que siempre que se ve afectado el stock por un pedido se recalcula el inventario para conocer si algún producto ha llegado al mínimo y colocar un nuevo pedido. Esta política incurre en altos costos de almacenamiento, puesto que los altos tiempos de espera de algunos proveedores implican que la empresa defina valores máximos y mínimos muy elevados para cumplir con el nivel de servicio.

En el gráfico 6 se puede visualizar el comportamiento de la demanda de uno de los productos pertenecientes al área de Batch Picking:

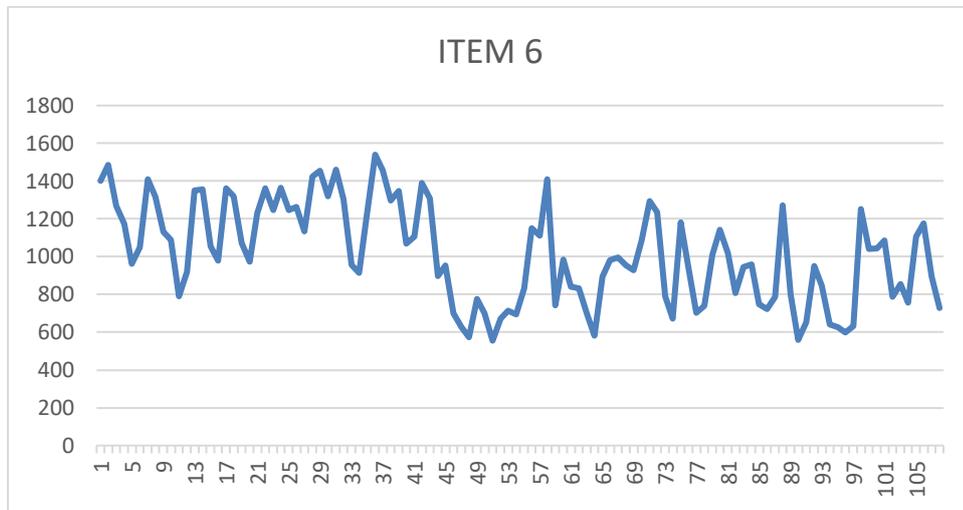
Gráfico 2.5. Serie de tiempo del ítem 6.



Fuente: Empresa de venta de producto masivo

Como podemos observar la serie presenta cierta estacionalidad con un valor promedio de 970 unidades de una muestra de 181 observaciones del periodo de análisis. Adicional se pueden observar picos en varios momentos durante la serie, debido a las promociones que ocasionan que aumente la demanda del ítem y días de feriado en los cuales la demanda baja considerablemente. Para que el análisis sea más preciso se ha depurado estos días de la data, dado que los feriados y las promociones no son muy frecuentes.

Gráfico 2.6. Serie de tiempo del ítem 6 con la data depurada.



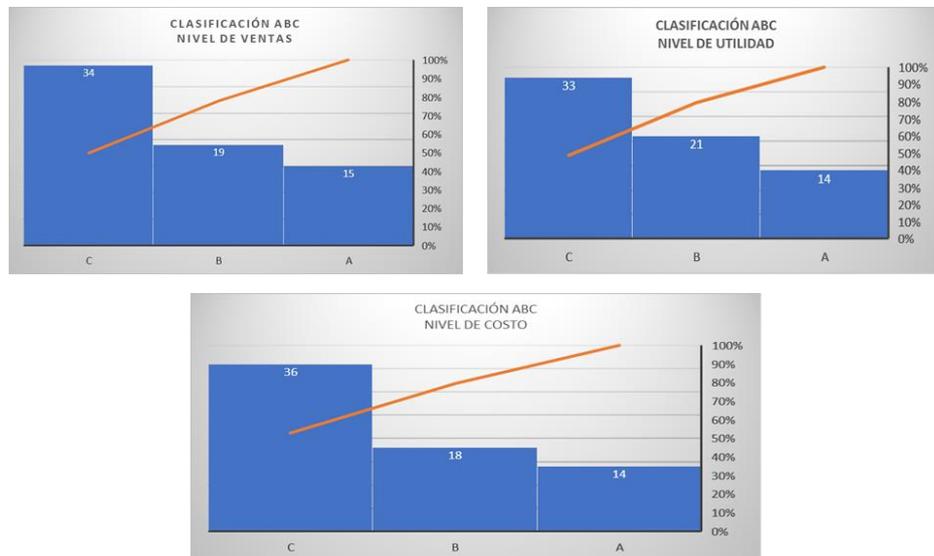
Fuente: Empresa de venta de producto masivo

Como podemos observar en el gráfico 7, luego de depurar la data de la serie se puede observar una tendencia para realizar la predicción de la demanda en el próximo periodo mediante el software estadístico. De todas las observaciones se conservaron 108 datos luego de la depuración y el valor promedio de la demanda luego de la modificación fue de 1010 unidades por día logrando un valor muy similar al anterior.

2.1.3.1 Parámetros utilizados en Clasificación ABC

Mediante un estudio de mercado que se realizó a las empresas de venta de productos de consumo masivo en la ciudad de Guayaquil, se determinó que las variables con mayor importancia al ser analizadas para implementar una correcta política de inventario son venta, utilidad y costo. Bajo el principio de Pareto los porcentajes propuestos para realizar la clasificación ABC de los 67 Sku son 50% A, 80% B y 20% C.

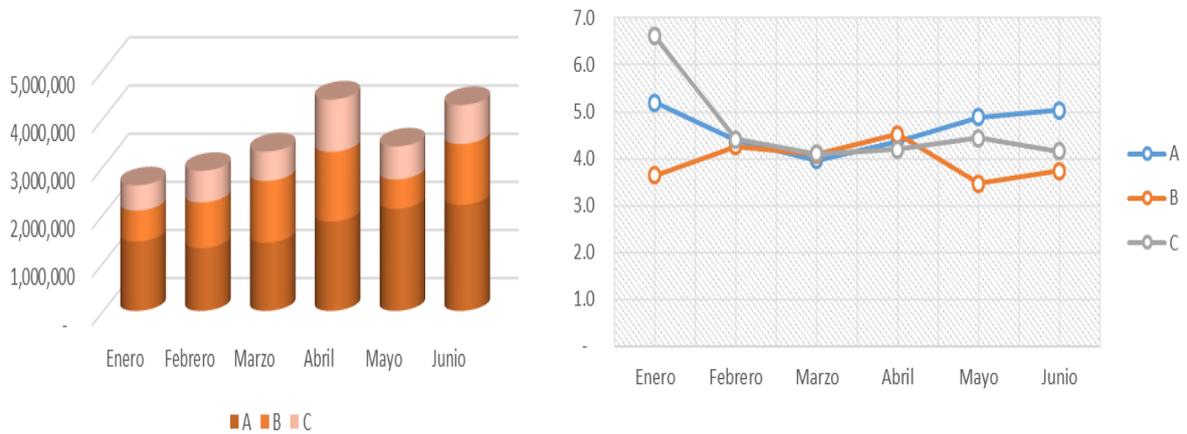
Gráfico 2.7. Representación gráfica de la clasificación ABC de los 68 Sku bajo el nivel de venta, utilidad y costo.



Fuente: Empresa de venta de producto masivo

En el gráfico 8 muestra la clasificación ABC bajo el principio de Pareto venta, utilidad y costo junto con la cantidad de productos que tiene cada categoría y el valor porcentual que representan. Se realizó un análisis junto con datos de los pedidos de enero a junio del año 2021, con el fin de mostrar componentes importantes como el lead time y visualizar el comportamiento de los productos ya clasificados a nivel de venta y de utilidad gracias a la implementación de un Dashboard que se puede visualizar en Anexo 1

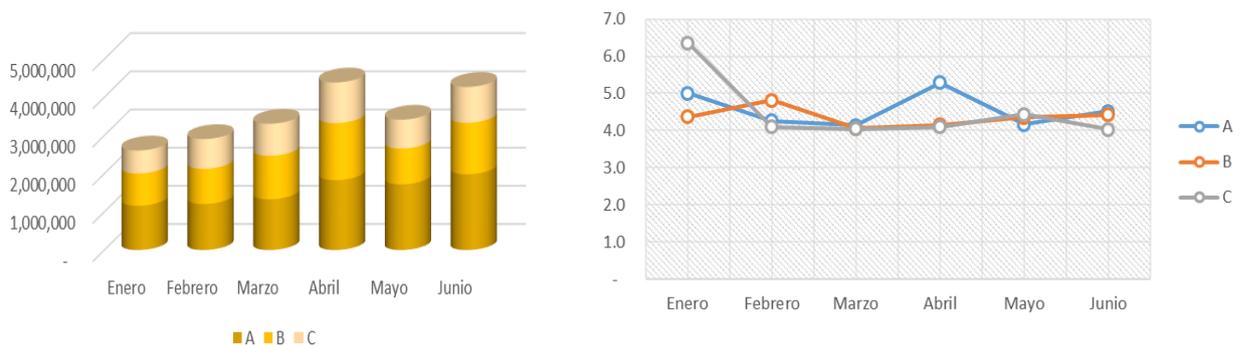
Gráfico 2.8. Representación gráfica según criterio ABC ventas y Lead Time.



Fuente: Empresa de venta de consumo masivo

En el gráfico 9 muestra la evolución de los productos clasificados bajo el principio de Pareto venta junto con el Lead Time promedio en días, en el rango de enero a junio del 2021. En la gráfica de barras se evidencia el crecimiento del nivel de ventas que tuvo la empresa y junto a él se nota los tiempos de pedido promedio de dichos productos. Al ser trabajados en un Dashboard se pueden visualizar diferentes escenarios que generaran un cambio en la curvatura de la gráfica.

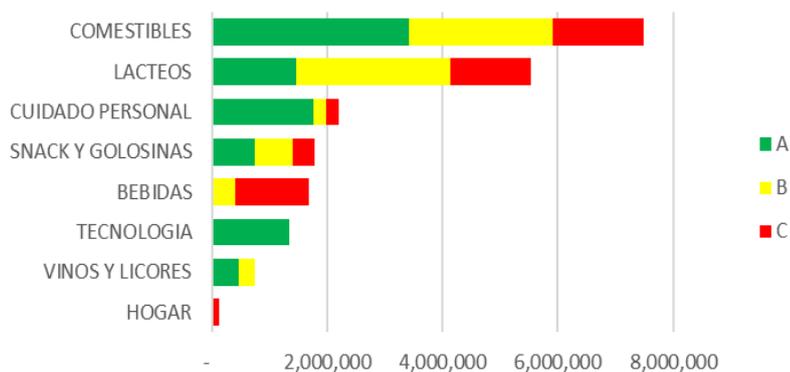
Gráfico 2.9. Representación gráfica según criterio ABC utilidad y Lead Time promedio.



Fuente: Empresa de venta de producto masivo

En el gráfico 10 muestra la evolución de los productos clasificados bajo el principio de Pareto utilidad junto con el Lead Time promedio en días, en el rango de enero a junio del 2021. En la gráfica de barras se evidencia el crecimiento del nivel de utilidad que tuvo la empresa y los tiempos de abastecimiento, para aquellos productos que generan el 50% de utilidad el lead Time tiene que ser lo más corto posible. Al ser trabajados en un Dashboard se pueden visualizar diferentes escenarios que generaran un cambio en la curvatura de la gráfica para cada clasificación, esto nos permitirá definir lineamientos o políticas para evitar desabastecimientos de los productos que generen mayor rentabilidad.

Gráfico 2.10. Representación gráfica según criterio ABC utilidad categorizadas por familia.



Fuente: Empresa de venta de producto masivo

En el gráfico 11 muestra por categoría los productos clasificados bajo el principio de Pareto utilidad en el rango de la cantidad vendida durante el semestre. En la gráfica de barras horizontal se evidencia el crecimiento de la categoría comestible seguido de lácteos y cuidado personal. Al ser trabajados en un Dashboard se pueden visualizar diferentes escenarios que generaran un cambio en el diagrama de barras permitiendo definir lineamientos o políticas para identificar qué tipo de productos son los que generan mayor utilidad.

El objetivo de haber realizado un Dashboard fue de recoger los datos más importantes y poder controlar su medición mostrando distintos resultados de esa manera medir si se cumple o no, que acción está funcionando mejor y cuales descartar para el futuro. De esa manera al filtrar los productos tipo A que representan el 50% de las ventas totales en el Pareto ventas y los productos tipo A que representan el 50% de las utilidades

de la empresa en el Pareto utilidad se obtendría los productos estrella aquellos que se venden más y con mayor utilidad como se puede visualizar en el Anexo 1 y Anexo 2.

Gráfico 2.11. Gráfica de los productos mayor vendidos.



Fuente: Empresa de venta de producto masivo

Gráfico 2.12. Gráfica de los productos que generan mayor utilidad.



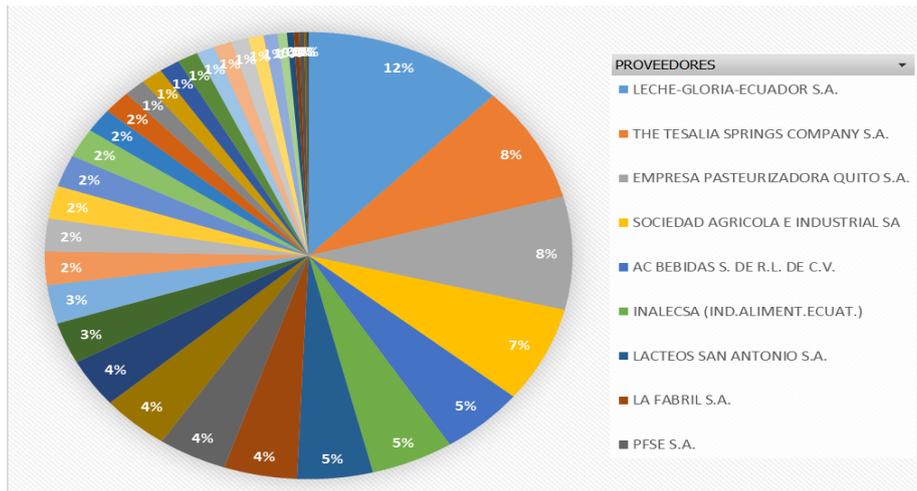
Fuente: Empresa de venta de producto masivo

En el gráfico 12 muestra los productos tipo A bajo el principio de Pareto venta en donde se evidencia que el aceite criollo de 900 ml es quien tienen mayor cantidad de unidades vendidas durante el semestre seguido de televisores led de 40 pulgadas. En la gráfica de barras horizontal cada uno de los productos son considerados los de mayor rotación.

En el gráfico 13 muestra los productos tipo A con mayor rentabilidad bajo el principio de Pareto utilidad en donde se evidencia que el aceite criollo de 900 ml es el producto estrella

quien tiene un margen de ganancias alto seguido de papel higiénico triple hoja. En la gráfica de barras horizontal cada uno de los productos son considerados de gran importancia para definir una política de inventario.

Gráfico 2.13. Gráfica de pastel porcentual de la cantidad de producto por Proveedor.



Fuente: Empresa de venta de producto masivo

En el gráfico 14 podemos observar que los proveedores que abastecen con la mayor cantidad de productos son Leche Gloria Ecuador con un 12,32% y Empresa Pasteurizadora Quito con un 8,16%.

2.1.3.2 Parámetros costo en Clasificación ABC

El costo de pedido es el monto por pagar por la cantidad de unidades recibidas de cada Sku, este valor es de gran importancia al momento de implementar un análisis donde se requiera llegar a la cantidad económica a pedir.

Tabla 2.2. Costos generados bajo el criterio de Pareto Costo de enero a junio.

Suma de PED ABC COSTO				
MES	A	B	C	Total general
Enero	1,076,807	518,646	342,289	1,937,742
Febrero	958,185	707,206	441,952	2,107,343
Marzo	1,028,393	864,766	591,367	2,484,526
Abril	1,524,059	1,078,831	763,190	3,366,079
Mayo	1,674,352	408,114	514,861	2,597,328
Junio	1,306,833	1,217,519	639,686	3,164,038
Total general	7,568,629	4,795,082	3,293,346	15,657,057

Fuente: Empresa de venta de producto masivo

La tabla 2 muestra los costos generados al realizar un pedido de enero a junio del año 2021 bajo el criterio de Pareto costo, a partir de estos resultados los productos de tipo A serán implementados mediante el modelo EOQ. En este análisis se trabaja con los datos de la demanda que según su naturaleza se debe de seguir un modelo estocástico.

2.2 Recopilación de los datos

Los datos fueron proporcionados por la persona delegada de la empresa para la comunicación durante el proyecto. Se realizó una reunión en la cual el delegado detalló cada una de las variables que intervienen en el área de Batch Picking. Se obtuvieron dos archivos de Excel descritos a continuación:

El primer archivo consta de la demanda de los productos durante el periodo analizado, se detalla las columnas del archivo a continuación:

Código Sucursal: El código de la sucursal hace referencia a la bodega en el cual se encuentra el producto. Para el análisis solo se considera a la bodega 100 ya que es la perteneciente al área de Batch Picking.

Descripción del producto: La descripción hace referencia al nombre completo del producto que se encuentra en el área.

Código estadístico: Este código es utilizado para el análisis interno de la empresa.

Consumo real: Esta variable considera el total de unidades consumidas para cada producto en particular. Asimismo, se encuentra detallado el valor total de venta generado por el producto en mención.

Consumo real por día: Esta variable considera el total de unidades consumidas durante un solo día de cada producto. Asimismo, se encuentra detallado el valor total de venta generado en el día por el producto en mención.

El segundo archivo contiene el historial de los pedidos realizados por la empresa durante el periodo analizado, se detalla las columnas del archivo a continuación:

Fecha Inicio: Indica la fecha en la cual el pedido fue realizado por parte de la empresa a los proveedores.

Fecha Fin: Indica la fecha en la cual el pedido llegó por parte del proveedor hacia la empresa para ser almacenados.

Código Pedido: Indica el código del pedido para manejo interno de la empresa.

Proveedor: Indica el nombre del proveedor que envía el pedido.

Categoría: Indica la categoría a la cual pertenece el producto del cual se hace el pedido.

Descripción: Indica el nombre del producto del cual se hace el pedido.

Cantidad Pedida: Indica la cantidad de unidades del cual se pide el producto, así como el precio de la cantidad pedida.

Utilidad: Indica la utilidad que se obtiene del pedido realizado.

2.3 Descripción de los modelos

2.3.1 Método para pronosticar la demanda

El método que se aplicó para realizar el pronóstico de la demanda fue el análisis de las series temporales, debido a que este método considera el análisis de los datos históricos de venta del producto para predecir la demanda en el futuro. Este método incluye en análisis de tendencias y factores mediante sistemas cualitativos como por ejemplo la regresión lineal (Box, 2002).

Para analizar las series temporales se utilizó el software estadístico libre R mediante el cual se realizó el código para visualizar las gráficas de las series, analizar las tendencias y los factores que influyen en la demanda de cada ítem.

Posteriormente se procedió a establecer las demandas futuras mediante el pronóstico calculado en el software estadístico R para identificar la política de inventario que más se ajuste al comportamiento de la demanda. Se puede visualizar el código aplicado en este proyecto en el Anexo 3.

2.3.2 Política de inventario

Con los datos encontrados luego de realizar el pronóstico de la demanda se procedió a revisar las políticas de inventario y se estableció una política de revisión continua. Las variables que intervienen en esta política de revisión son: Demanda Promedio, Desviación Estándar Promedio, Costo de colocar un pedido, Costo de Almacenamiento, Stock de Seguridad, Punto de Reordenamiento y finalmente la cantidad óptima de pedido a ordenar para cada producto y la frecuencia de pedido de esta. A continuación, se describe la política de inventario que se empleó:

2.3.3 Sistema de revisión continua de inventario con lead time

En este sistema de gestión de inventarios de revisión continua con tiempos de espera, se debe calcular el inventario restante cada vez que se retire un ítem o producto del stock. En este análisis se contó con una demanda variable de todos los productos, por lo que fue necesario definir un punto de reorden y un stock de seguridad para evitar los faltantes de inventario. Adicional se debe establecer el nivel de servicio de la política de inventario para indicar hasta qué punto puede crecer la demanda y aun así evitar que la empresa tenga faltantes de productos en su inventario. (Taha, 2004)

2.3.3.1 Calculo del punto de reorden

La ecuación 5 nos permite calcular el punto de reorden en un sistema de revisión continua con lead time mayor a cero donde se toma en cuenta el pronóstico de la demanda y el nivel de servicio. Este cálculo es necesario para automatizar la gestión de los inventarios.

Ecuación 5. Punto de reorden.

$$\text{Punto de reorden} = \bar{d}LT + z\sigma_d\sqrt{LT}$$

Dónde:

\bar{d} : Demanda promedio del producto

LT: Tiempo de espera desde que se pide el producto hasta que se recibe

z: valor de la distribución normal, dada el nivel de servicio

σ_d : Desviación estándar de la demanda del producto

2.3.3.2 Calculo del Inventario de Seguridad

La ecuación 6 calcula el inventario de seguridad en un sistema de revisión continua con lead time mayor a cero, en esta describe el nivel extra de existencias que se mantiene en almacén para hacer frente a las variaciones de la demanda:

Ecuación 6. Inventario de seguridad.

$$\text{Inventario de seguridad} = z\sigma_d\sqrt{LT}$$

Dónde:

LT: Tiempo de espera desde que se pide el producto hasta que se recibe

z: valor de la distribución normal, dada el nivel de servicio

σ_d : Desviación estándar de la demanda del producto

2.3.3.3 Cálculo de la cantidad óptima de pedido

Para calcular el costo de aplicar esta política de inventario se calculó previamente la cantidad óptima de pedido. Para calcular dicho valor se necesita la demanda total del

producto durante el tiempo de pronóstico. Al momento de recopilar la data se pidió al encargado por parte de la empresa la demanda total por cada producto.

La ecuación 7 calcula la cantidad óptima de pedido es la raíz cuadrada de 2 multiplicada por la demanda anual multiplicada por el costo de un pedido dividido entre el costo anual de almacenar una unidad:

Ecuación 7. Cantidad óptima de pedido del producto.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Dónde:

Q^* : Cantidad óptima de pedido del producto

D: Demanda total del producto

S: Costo de colocar un pedido del producto

H: Costo de almacenamiento del producto

2.3.3.4 Cálculo del costo de la política de inventarios

Con la cantidad de pedido encontrada por cada producto la ecuación 8 procede a calcular el costo total de aplicar el sistema de revisión continua de inventario con lead time para reducir las pérdidas por daños, así como minimizar los costos de almacenamiento:

Ecuación 8: Costo de política de inventarios

$$C = \frac{Q}{2}H + \frac{D}{Q}S + HSs$$

Dónde:

C: Costo de la política de inventarios

Q: Cantidad óptima de pedido del producto

D: Demanda total del producto

S: Costo de colocar un pedido del producto

H: Costo de almacenamiento del producto

Ss: Inventario de seguridad del producto

2.4 Uso de software

2.4.1 Software estadístico R

R es un software libre para el análisis de gráficas y datos estadísticos. Este lenguaje de programación es ampliamente utilizado por la sencillez en la ejecución de cálculos matemáticos, geométricos y estadísticos. (Boccardo, 2019)

En este análisis se utilizó R para predecir la demanda futura de los productos incluidos en el área de Batch Picking. Inicialmente se realizó la gráfica de la serie por cada producto analizado para visualizar e inferir acerca del comportamiento de la serie de manera intuitiva. Luego se procedió a graficar la función de auto correlación (ACF) y la función de auto correlación parcial (PACF) para verificar la dependencia entre las variables tiempo y demanda.

Luego de realizar el análisis de la correlación entre las variables se diferencié la serie por primera vez y en el caso de algunos productos donde la demanda presenta más variación se realizaron hasta dos diferenciaciones.

Se aplicó la librería forecast en R para emplear la función auto arima para calcular los parámetros del modelo y así determinar si la serie presente estacionalidad. También permite calcular los criterios de predictibilidad AIC, AICC y BIC. Se puede apreciar el código que se utilizó en el programa R studio en el Anexo 3.

2.4.2 Microsoft Excel

Microsoft Excel utiliza la programación para realizar cálculos básicos y avanzadas, aplica condicionales, realiza graficas de todo tipo para una o varias columnas de datos, realiza análisis de datos mediante el uso de tablas. Adicional presenta accesibilidad para programar aplicaciones mediante el uso de Visual Basic. (Microsoft, 2021)

En el análisis realizado se empleó el uso de Microsoft Excel para la recopilación de la data y el análisis preliminar de la misma.

2.4.3 Python

Python es un lenguaje de programación interpretado cuya filosofía hace hincapié en la legibilidad de su código, ya que soporta parcialmente la orientación a objetos, programación imperativa y en menor medida, programación funcional (Ramos, 2010)

En este análisis en Python fue de gran ayuda para plantear el programa lineal desarrollado para el sistema de revisión de inventario como se lo puede apreciar en el Anexo 4.

Seudocódigo para la política de inventario

- Proceso para calcular el punto de reorden

Definir demanda en el periodo, tiempo de espera, valor de estadístico z, desviación estándar.

Calcular punto de reorden con la ecuación:

Punto de reorden= demanda en el periodo * tiempo de espera + valor del estadístico z * desviación estándar * raíz (tiempo de espera)

Fin del proceso

- Proceso para calcular el inventario de seguridad

Definir tiempo de espera, valor de estadístico z, desviación estándar.

Calcular el inventario de seguridad con la ecuación:

Inventario de seguridad = valor del estadístico z * desviación estándar * raíz (tiempo de espera)

Fin del proceso

- Proceso para calcular la cantidad óptima de pedido

Definir demanda total, costo de pedido, costo de almacenamiento

Calcular la cantidad óptima de pedido con la ecuación:

Cantidad óptima de pedido = raíz (2 * demanda total * costo de pedido / costo de almacenamiento)

Fin del proceso

- Proceso para calcular el costo de la política de inventario

Definir cantidad de pedido, costo de almacenamiento, demanda total, costo de pedido, inventario de seguridad.

Calcular el costo de la política de inventario para un producto mediante la ecuación:

Costo política = (cantidad de pedido / 2) * costo de almacenamiento + (demanda total / cantidad de pedido) * costo de pedido + costo de almacenamiento * inventario de seguridad

Fin del proceso

- Proceso para la implementación de política

Importar los datos desde el archivo de Excel con nombre "data"

Extraer las variables demanda en el periodo, tiempo de espera, valor de estadístico z, desviación estándar, demanda total, costo de pedido, costo de almacenamiento para cada artículo.

Calcular el punto de reorden con la demanda del artículo en cada periodo estimado

Calcular el inventario de seguridad de cada producto

Calcular la cantidad óptima de pedido de cada producto

Calcular el costo de la política por cada producto

Retornar todos los datos calculados en el archivo de Excel llamado “política”

Fin del proceso

2.5 Consideraciones legales y éticas

El proyecto de investigación se acoge a un paradigma legal. El cuál es el cumplimiento de normas para las buenas prácticas de almacenamiento, establecidas por la agencia nacional de regulación, control y vigilancia sanitaria (regulación, 2012).

Reglamento BPA en Ecuador (Ley orgánica de salud No.1272)

Art.129 ordena que el cumplimiento de las normas de vigilancia y control sanitario es obligatorio para todas las instituciones, organismos y establecimientos públicos y privados que realicen actividades de producción, importación, almacenamiento, transporte, distribución, comercialización y expendio de productos de uso y consumo humano.

A partir de esto, se concluye que en el Ecuador todos los establecimientos tienen como obligación cumplir estatutos gubernamentales de manejo de inventario emitidas por ARCSA, además de normas extrajeras de gestión de calidad establecidas por la organización internacional de normalización (ISO), con el fin de proporcionar una guía de seguridad para los sistemas y ecosistemas de almacenamiento que al no cumplirse acarrea a multas municipales y sanciones gubernamentales. Además, de políticas internas establecidas por las áreas de almacenamiento que deben de cumplirse para evitar multas por parte del proveedor.

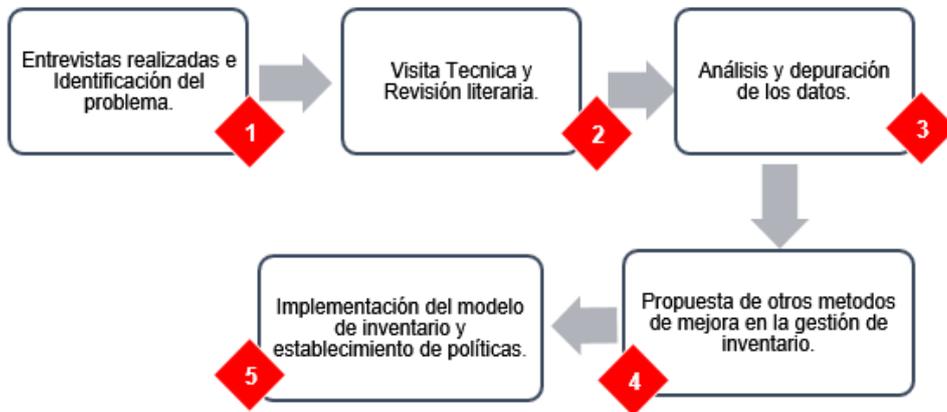
2.6 Fases del proyecto

En el gráfico 15 se muestran las etapas de trabajo con la que se abordó el proyecto. Se puede observar de manera general que sigue un flujo con 5 etapas principales en el que

la correcta evaluación y desarrollo llevó a los resultados obtenidos en este proyecto, y a continuación se detallan.

Fases

Gráfico 2.14. Flujograma de Trabajo para elaboración del proyecto.



Fuente: Elaboración propia

Fase 1: Identificación del problema y entrevistas realizadas

Se recurrió al centro de distribución para la identificación del problema en el área de batch picking, donde se pudo dialogar con el jefe de operación y así poder agendar una entrevista a fin de definir claramente las vulnerabilidades en el área a fin de proponer alternativas de solución, esta fase es elemental ya que (Ortegón, 2021) manifiesta que identificar adecuadamente el problema es el 50% de la solución.

Fase 2: Revisión de literatura y visita técnica

La revisión literaria ayudó a determinar las conceptualizaciones necesarias vinculadas a las variables inmersas en el proyecto, se recurrió a las fuentes de información primarias y secundarias para la fundamentación teórica basadas en libros, artículos científicos, además se realizó la visita técnica al centro de distribución.

Fase 3: Análisis y depuración de los datos

Luego de la revisión literaria y visita técnica se dio paso al análisis y depuración de datos, se uso está técnica que consiste en la corrección de errores, aquí se corroboró los datos de cada variable que se usa en el proyecto, para esto fue pertinente la reunión con el jefe de operaciones.

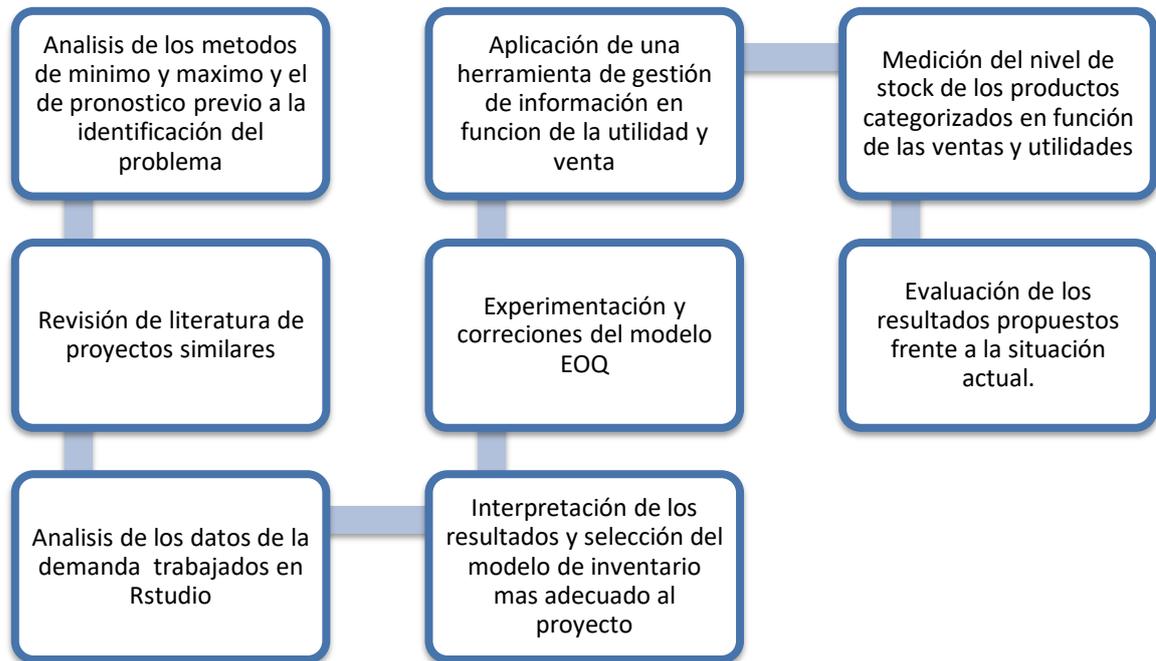
Fase 4: Propuesta de otros métodos de mejora en la gestión de inventarios

En esta fase, se investigó sobre la implementación de otros métodos de mejora en la gestión de inventarios, se realizaron pruebas de los modelos más eficientes para la gestión. Luego de una exhaustiva revisión de literatura se escogió el modelo EOQ.

Fase 5: Implementación del modelo de inventario a utilizar en el proyecto para mejorar la política actual del centro de distribución.

El modelo EOQ, es idóneo para mejorar la política actual de inventario en el área de batch picking de la cadena de tiendas de venta de productos de consumo masivo. La relación que hay entre los objetivos planteados en el capítulo 1 está basado en el entregable de este proyecto: una política de inventario capaz de dar la cantidad de pedido en el tiempo indicado para abastecerse, considerando el comportamiento de la demanda en función de las ventas, utilidades y el nivel de stock. En el gráfico 16 muestra un flujograma de las actividades que se realizarán.

Gráfico 2.15. Diagrama de actividades del proyecto.



Fuente: Elaboración propia

2.7 Cronograma de trabajo

Se observa en la tabla 2.3 el cronograma de actividades, el cual consta del nombre de la actividad, fecha de inicio, fecha de fin, duración, y la semana en la que se llevó a cabo.

Al ser un proyecto con un cliente real, el cronograma empieza con la propuesta del tema y su validación, seguido de una entrevista con los autores del proyecto previo, pues la información proporcionada por ellos contribuyó al mejor entendimiento de la situación actual del problema. De esta forma se continúa con las actividades detalladas algunas de forma sistemática y otras como avances a fin de alcanzar los objetivos planteados.

Tabla 2.3. Plan de trabajo para elaboración de proyecto

Diseño de una política de inventario para la generación de órdenes de compras a proveedores en un centro de distribución de una cadena de tiendas de ventas de productos de consumo masivo																			
ESTADO	ACTIVIDADES	Fecha de inicio	Fecha de fin	Duración	Septiembre					Octubre					Noviembre				
INICIO				27 días	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Activo	Selección de tema y empresa	01-sep-21	01-sep-21	1															
Activo	Visita técnica y levantamiento de información	02-sep-21	05-sep-21	3															
Activo	Definición del problema y alcance del proyecto	06-sep-21	06-sep-21	1															
Activo	Definición de objetivos, antecedentes y justificación	07-sep-21	13-sep-21	6															
Activo	Análisis de los datos de venta, utilidad y costo	14-sep-21	21-sep-21	7															
Activo	Elaboración del Dashboard para analizar la situación	22-sep-21	01-oct-21	9															
PLANIFICACIÓN				31 días															
Activo	Elaboración de marco conceptual	04-oct-21	08-oct-21	5															
Activo	Análisis de los datos de ordenes de pedidos y abastecimiento de los proveedores	11-oct-21	18-oct-21	8															
Activo	Revisión y de depuración de los datos obtenidos	18-oct-21	23-oct-21	6															
Activo	Pronóstico de la demanda con el software estadístico R	25-oct-21	27-oct-21	3															
Activo	Establecer una política de inventario con los resultados	27-oct-21	03-nov-21	8															
Activo	Plan de trabajo	04-nov-21	04-nov-21	1															
EJECUCIÓN				23 días															
Activo	Aplicación del sistema de revisión continua	05-nov-21	12-nov-21	8															
Activo	Programación en Python del modelo de inventario	13-nov-21	17-nov-21	5															
Activo	Pruebas del modelo y simulación	18-nov-21	23-nov-21	6															
Activo	Análisis de resultado obtenidos en la generación de un pedido	23-nov-21	25-nov-21	3															
Activo	Revisión de los resultados de la política en Excel de 2 meses	26-nov-21	26-nov-21	1															
CIERRE				5 días															
Activo	Comparación de costos de la situación actual con la	27-nov-21	28-nov-21	2															
Activo	Elaboración del contexto de los capítulos	29-nov-21	29-nov-21	1															

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Después de realizar el análisis de la data recopilada se obtuvo la proyección de ventas para los siguientes dos meses. Dado que la cantidad de datos solo era de 6 meses se convirtió estos datos en semanas, con lo que se obtuvieron 26 observaciones para cada producto analizado. Con esta data se pudo pronosticar la demanda durante los siguientes 8 periodos.

3.1 Pronóstico de la Demanda

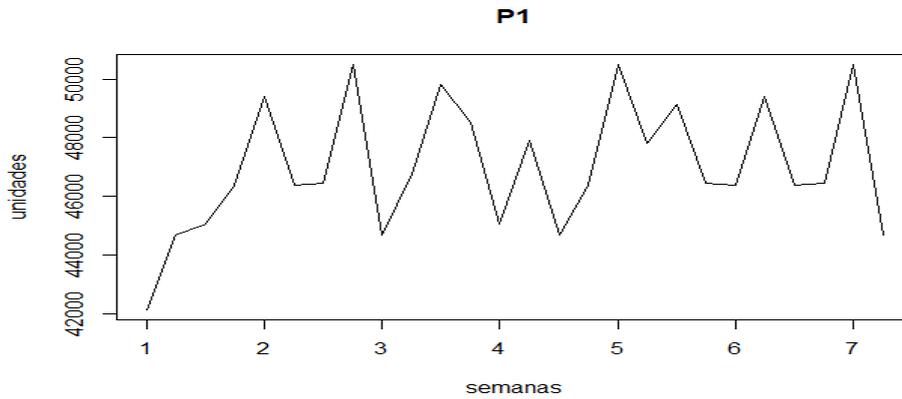
Para el análisis de estas observaciones se utilizó el software estadístico R Studio, donde se analizó sus series de tiempo para determinar un modelo con el que se pudieron obtener un pronóstico de 8 semanas de demanda (2 meses) como se puede apreciar en gráfico 17 el código respectivo para importar los datos.

Gráfico 3.16. Código para graficar la serie de tiempo en R Studio.

```
library(readxl)
ruta_archivo <- "C:\\Users\\admin\\Downloads\\Materia Integradora2\\demanda semanal.xlsx"
item <- "p1"
df <- read_excel(ruta_archivo,sheet="Hoja3",range="b1:b27")
dfts=ts(df,frequency=4)
plot.ts(dfts,main=item,xlab="semanas",ylab="unidades")
```

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3.17. Serie de Tiempo del producto P1.



Fuente: Empresa de venta de producto masivo

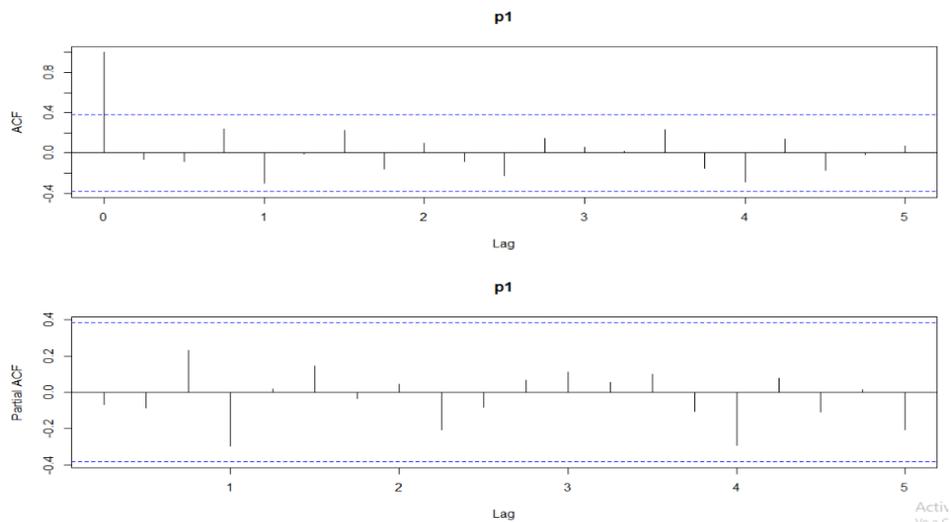
En la gráfica 18 se pudo apreciar la serie de datos del producto 1. En primera instancia no podemos decir si hay auto correlación en los datos de la demanda a lo largo del tiempo. Se pudo observar cierta estacionalidad con picos pronunciados de la demanda en ambos extremos. Para su mejor visualización se implementa el código propuesto en la gráfica 19.

Gráfico 3.18. Código para graficar el ACF y PACF.

```
par(mfrow=c(2,1))
acf(dfts,main=item,lag.max=20)
pacf(dfts,main=item,lag.max=20)
```

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3.19. ACF y PACF de la serie temporal para el producto P1.



Fuente: Empresa de venta de producto masivo

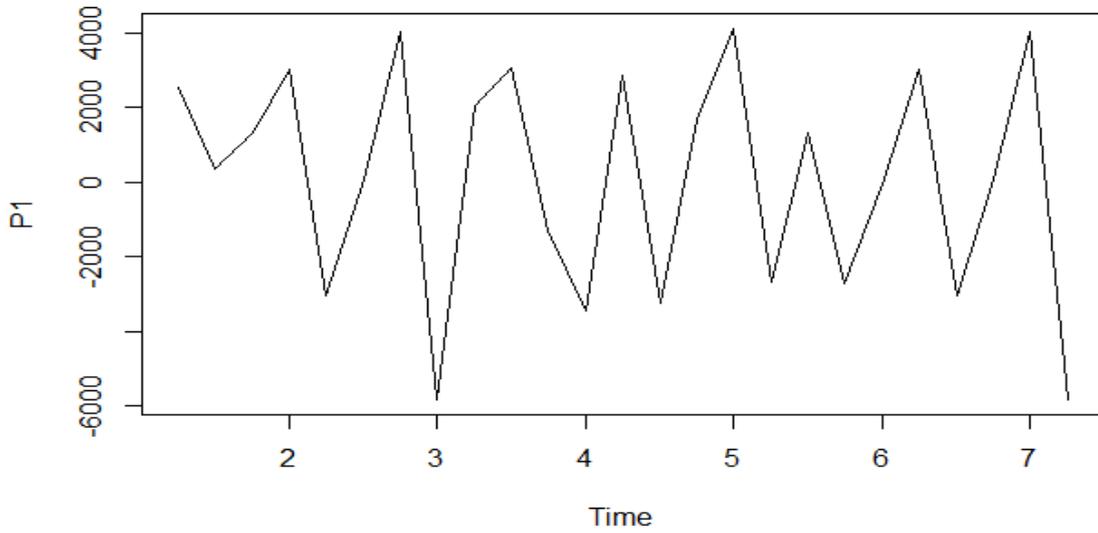
En la gráfica 20 se concluyó que tanto el ACF como el PACF no muestran auto correlaciones, por lo que se procedió a realizar una primera diferenciación a la serie original, con el fin de encontrar una tendencia con el código propuesto en la gráfica 21.

Gráfico 3.20. Código para realizar la primera diferenciación a la serie de P1.

```
Ddf=diff(dfts)
par(mfrow=c(1,1))
plot(Ddf, main="Diferenciada 1ra Vez")
par(mfrow=c(2,1))
acf(Ddf,main=item,lag.max=40)
pacf(Ddf,main=item,lag.max=40)
```

Fuente: Elaboración propia

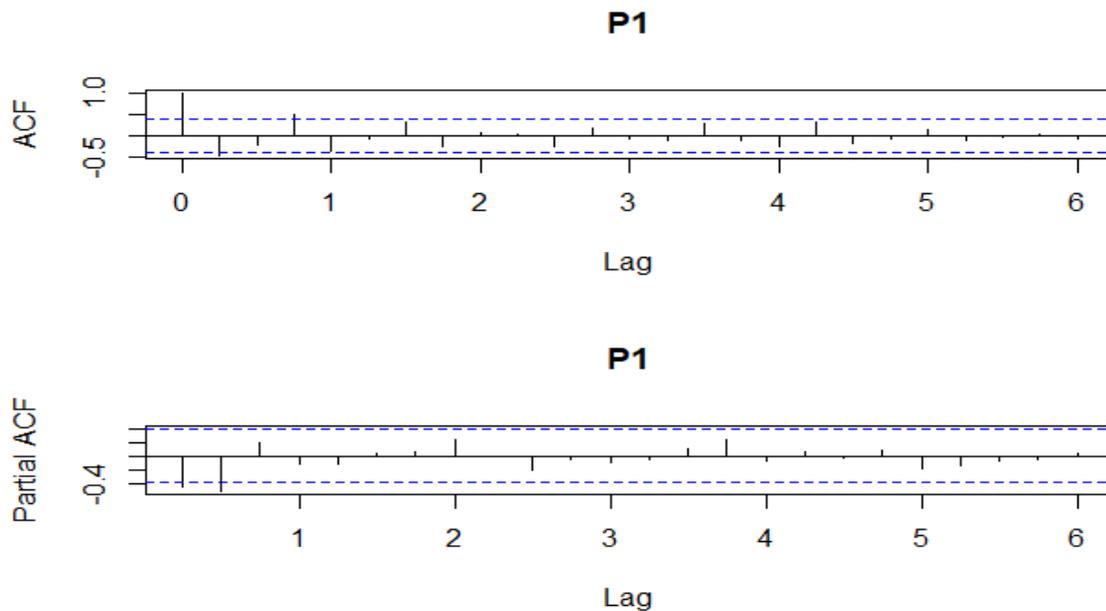
Gráfico 3.21. Serie de tiempo del producto P1 diferenciada una vez.



Fuente: Empresa de venta de producto masivo

En la gráfica 22 se pudo apreciar de mejor manera los picos, en los picos bajos se observa mayor estacionalidad que en los altos. Aunque en ambos extremos se puede observar valor que se repiten a lo largo de la serie.

Gráfico 3.22. ACF y PACF de la serie temporal para el producto P1 diferenciada una vez.



Fuente: Elaboración propia

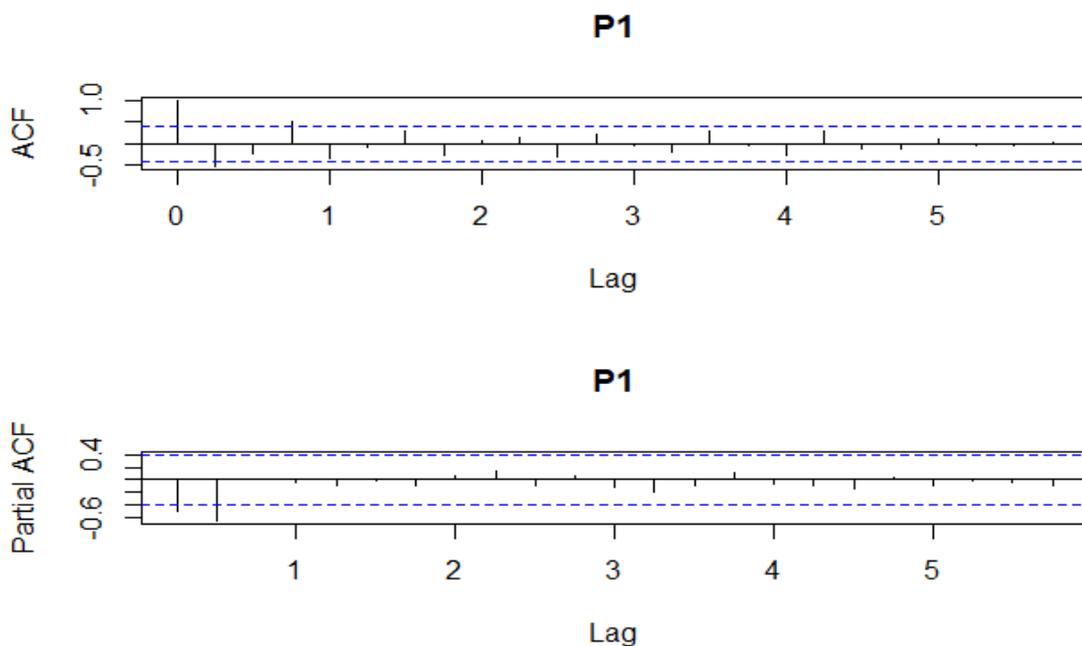
En la gráfica 23, en el ACF los valores tienden a hacerse 0 al traspasar el periodo 0 al igual que en el PACF, con esto se concluye que p , d y q son iguales a 0. Luego se realizó una segunda diferenciación a la serie original de los datos con el código de la gráfica 24 y mostrados en la gráfica 25 los valores tienden hacerse 0.

Gráfico 3.23. Código para realizar la segunda diferenciación a la serie de P1.

```
DDdf=diff(Ddf)
par(mfrow=c(1,1))
plot(DDdf, main="Diferenciada 2da Vez")
par(mfrow=c(2,1))
acf(DDdf,main=item,lag.max=40)
pacf(DDdf,main=item,lag.max=40)
```

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 3.24. ACF y PACF de la serie temporal para el producto P1 diferenciada dos veces.



Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 26, tanto en el ACF y en el PACF los valores tienden a 0 luego del periodo 4 por lo que el modelo finalmente sería: ARIMA (0,0,0) (1,0,0) [4]. Para tener una segunda opción se utilizó la librería “forecast” en R Studio utilizando la función de esta librería llamada auto. arima y se discriminó mediante el criterio de información de Akaike, por sus siglas AIC.

Gráfico 3.25. Código para realizar la predicción del modelo en R Studio.

```
library(forecast)
ajuste=auto.arima(y=dfts)
summary(ajuste)
pronostico=forecast(ajuste)
summary(pronostico)
p_predict <- autoplot(pronostico)
p_predict
```

Fuente: Elaboración Propia

De esta manera se calcula los coeficientes y criterios de predicción como se aprecia en la gráfica 27 para luego ser utilizados para el cálculo de los residuales y forecast de la demanda para su respectivo pronóstico, con un nivel de confianza del 80 y 95 % como se aprecia en la gráfica 28.

Gráfico 3.26. Cálculo de coeficientes y criterios de predicción.

```

Model Information:
Series: dfts
ARIMA(0,0,0)(1,0,0)[4] with non-zero mean

Coefficients:
          sar1          mean
        -0.4344  47145.0094
s.e.      0.2072    286.6557

sigma^2 estimated as 4204366:  log likelihood=-234.54
AIC=475.08  AICc=476.17  BIC=478.86
    
```

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3.27. Cálculo de residuales y forecast de la demanda.

```

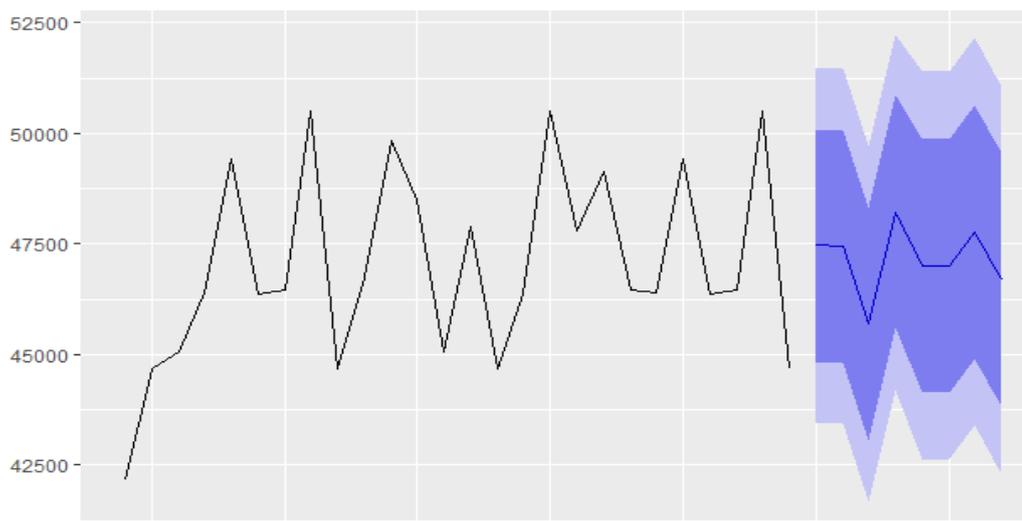
Error measures:
           ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set -132.9839 1970.013 1643.36 -0.4591803 3.509705 0.5913108 -0.003540924

Forecasts:
  Point Forecast  Lo 80  Hi 80  Lo 95  Hi 95
7 Q3      47476.44 44848.68 50104.21 43457.62 51495.26
7 Q4      47446.91 44819.14 50074.67 43428.09 51465.72
8 Q1      45691.59 43063.83 48319.35 41672.77 49710.41
8 Q2      48217.06 45589.29 50844.82 44198.24 52235.87
8 Q3      47001.04 44136.08 49866.01 42619.46 51382.63
8 Q4      47013.87 44148.91 49878.84 42632.29 51395.46
9 Q1      47776.34 44911.38 50641.31 43394.75 52157.93
9 Q2      46679.34 43814.37 49544.30 42297.75 51060.92
    
```

Fuente: Elaboración propia

La gráfica 29 muestra de manera grafica el pronóstico de las próximas 8 semanas con sus respectivas sombras de aproximación del 80 y 95% superior e inferior.

Gráfico 3.28. Pronóstico durante las siguientes 8 semanas.



Fuente: Elaboración propia

Con esto se obtuvo el pronóstico para todos los productos durante las siguientes 8 semanas de la fecha de los datos que se aprecian en la tabla 3.

Tabla 3.3. Pronóstico para todos los productos durante las siguientes 8 semanas de la fecha de los datos.

DESCRIPCIÓN	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
P1	36,574	34,492	41,826	43,507	32,664	32,52	30,12	41,401
P2	5,47	4,601	6,83	5,905	4,302	6,635	5,997	4,348
P3	8,834	8,33	9,434	8,575	7,98	7,75	8,575	7,356
P4	8,804	9,448	8,572	8,239	8,258	9,23	8,585	9,001
P5	6,126	6,603	5,872	5,445	5,685	6,013	6,845	6,464
P6	6,75	6,463	6,834	6,934	7,093	6,672	6,875	6,927
P7	888	927	924	915	886	891	922	907
P8	4,132	4,033	4,362	4,205	3,966	4,128	4,077	4,122
P9	2,594	2,604	2,618	2,576	2,643	2,618	2,527	2,679
P10	3,78	3,739	3,632	3,694	3,736	3,712	3,741	3,884
P11	1,555	1,749	1,418	1,73	1,474	1,758	1,569	1,667
P12	1,882	4,149	2,863	89	410	2,788	4,01	2,658
P13	358	414	393	303	340	337	321	338
P14	7,718	2,119	10,762	5,199	7,503	7,788	6,58	10,406

P15	7,283	7,939	7,685	8,459	6,375	6,62	7,457	7,592
P16	8,391	7,72	7,77	7,823	7,585	8,381	8,299	8,479
P17	1,577	1,517	1,582	1,528	1,592	1,639	1,662	1,57
P18	20,553	20,574	20,04	20,493	20,116	19,702	20,701	20,625
P19	2,734	2,635	2,708	2,647	2,696	2,661	2,612	2,644
P20	2,487	2,656	2,038	2,043	2,469	2,684	2,836	2,21
P21	4,158	4,684	4,566	4,472	4,939	4,723	3,907	4,587
P22	5,614	5,625	5,933	5,576	5,496	5,353	5,779	5,506
P23	2,347	2,353	2,366	2,329	2,101	2,204	2,143	2,693
P24	1,86	1,966	1,615	1,813	1,631	2,097	2,103	1,844
P25	1,668	1,57	1,577	1,894	1,881	1,634	1,516	1,881
P26	6,648	8,251	4,872	8,363	7,72	9,001	6,958	8,279
P27	2,336	2,987	2,665	2,115	2,614	2,83	2,769	2,98
P28	2,3	2,229	2,224	2,262	2,358	2,394	2,343	2,377
P29	1,488	1,509	1,528	1,454	1,558	1,526	1,528	1,483
P30	2,301	2,431	2,443	2,199	2,477	2,187	2,262	2,061
P31	1,59	1,732	1,735	1,623	1,722	1,474	1,471	1,672
P32	4,162	5,754	4,943	3,637	4,899	3,297	5,635	3,789
P33	8,896	9,897	8,232	9,764	8,125	8,76	7,803	8,671
P34	6,652	6,905	7,106	6,402	6,331	8,116	6,575	6,42
P35	16,065	15,434	15,894	15,362	16,327	15,833	16,876	15,985
P36	8,43	8,798	8,894	8,208	8,493	8,036	8,504	8,878
P37	5,24	5,385	5,229	5,868	4,802	4,776	4,545	6,023
P38	14,732	13,612	13,98	14,469	14,596	13,948	15,233	15,812
P39	11,878	12,503	11,065	11,896	12,689	12,582	12,84	12,032
P40	5,059	5,385	5,18	5,284	5,31	5,445	5,091	4,593
P41	2,152	2,133	1,936	2,001	2,392	2,3	2,004	2,179
P42	11,878	11,421	11,652	12,155	12,123	11,995	11,396	11,793
P43	4,658	4,837	4,742	4,53	4,841	4,49	4,828	4,593
P44	15,264	15,416	14,828	15,728	15,444	15,029	14,68	15,857
P45	10,48	9,911	10,622	10,861	9,927	10,969	11,04	10,671
P46	20,665	21,15	20,929	21,112	19,799	20,377	20,231	20,498
P47	15,374	12,613	16,166	9,144	20,69	16,706	13,186	7,193
P48	7,244	7,331	7,404	7,225	7,346	7,133	7,348	7,178
P49	25,822	26,077	27,472	25,138	25,747	24,274	26,162	24,261
P50	14,084	13,131	14,506	13,789	13,298	14,154	13,688	14,453
P51	4,471	4,47	4,402	4,708	4,766	4,423	4,246	4,645
P52	3,496	3,675	3,33	3,728	3,442	3,571	3,265	3,702
P53	16,163	16,281	16,064	15,274	17,36	17,592	16,299	16,989
P54	609	631	605	594	608	577	625	633
P55	17,593	18,3	16,772	16,915	17,841	16,948	17,408	17,671
P56	7,781	7,435	7,632	8,154	8,25	8,104	7,624	8,281
P57	2,326	2,811	1,739	2,642	2,505	2,18	2,812	2,59
P58	3,966	4,044	3,886	3,995	3,897	3,857	3,944	4,101

P59	11,687	12,83	10,233	11,835	12,155	12,515	12,963	12,272
P60	1,839	1,913	1,555	1,711	1,619	1,713	1,839	2,055
P61	193	239	44	254	113	282	216	191
P62	10,015	10,409	9,87	10,351	10,44	10,116	10,348	9,822
P63	1,952	2,05	1,985	1,911	1,859	1,834	1,894	2,075
P64	3,567	3,7	3,507	3,637	3,385	3,525	3,623	3,527
P65	5,308	4,84	4,55	6,268	4,356	5,453	4,762	6,478
P66	2	5	4	5	5	3	-	2
P67	105	108	91	114	98	91	113	105

Fuente: Elaboración propia

3.2 Definición de parámetros para el modelo de revisión continua

Con los datos de la proyección de la demanda se procedió a definir los parámetros necesarios para la política de Inventario aplicada de revisión continua (s, Q). Estas variables son: demanda total, desviación estándar, % de eficiencia del inventario, costo de pedido, costo de almacenamiento y tiempo de espera desde que se envía el pedido hasta que este llega al almacén como se pueden apreciar en la tabla 4.

Tabla 3.4. Parámetros definidos para aplicar la política de inventario.

DESCRIPCIÓN	TOTAL	DESVIACIÓN	Z ESTANDAR	COSTO PEDIDO	COSTO ALMACEN	TIEMPO ESPERA
P1	293,104	8,683	1.65	366.38	0.25	0.10
P2	44,088	1,631	1.65	55.11	0.25	0.17
P3	66,834	2,124	1.65	83.54	0.25	0.10
P4	70,137	692	1.65	87.67	0.25	0.10
P5	49,053	773	1.65	61.32	0.25	0.13
P6	54,548	427	1.65	68.19	0.25	0.10
P7	7,260	41	1.30	9.08	0.25	0.10
P8	33,025	232	1.65	41.28	0.25	0.10
P9	20,859	94	1.30	26.07	0.25	0.13
P10	29,918	181	1.65	37.40	0.25	0.20
P11	12,920	260	1.65	16.15	0.25	0.13
P12	18,849	2,315	1.65	23.56	0.25	0.10
P13	2,804	71	1.30	3.51	0.25	0.17

P14	58,075	5,605	1.65	72.59	0.25	0.10
P15	59,410	1,363	1.65	74.26	0.25	0.13
P16	64,448	985	1.65	80.56	0.25	0.20
P17	12,667	92	1.30	15.83	0.25	0.20
P18	162,804	973	1.65	203.51	0.25	0.10
P19	21,337	160	1.65	26.67	0.25	0.17
P20	19,423	499	1.65	24.28	0.25	0.10
P21	36,036	801	1.65	45.05	0.25	0.13
P22	44,882	326	1.65	56.10	0.25	0.17
P23	18,536	371	1.65	23.17	0.25	0.10
P24	14,929	273	1.65	18.66	0.25	0.10
P25	13,621	242	1.65	17.03	0.25	0.10
P26	60,092	2,511	1.65	75.12	0.25	0.20
P27	21,296	654	1.65	26.62	0.25	0.20
P28	18,487	103	1.30	23.11	0.25	0.10
P29	12,074	78	1.30	15.09	0.25	0.10
P30	18,361	327	1.65	22.95	0.25	0.10
P31	13,019	158	1.65	16.27	0.25	0.20
P32	36,116	1,738	1.65	45.15	0.25	0.17
P33	70,148	1,303	1.65	87.69	0.25	0.20
P34	54,507	1,713	1.65	68.13	0.25	0.10
P35	127,776	998	1.65	159.72	0.25	0.10
P36	68,241	473	1.65	85.30	0.25	0.20
P37	41,868	1,297	1.65	52.34	0.25	0.13
P38	116,382	1,209	1.65	145.48	0.25	0.13
P39	97,485	1,040	1.65	121.86	0.25	0.17
P40	41,347	473	1.65	51.68	0.25	0.13
P41	17,097	280	1.65	21.37	0.25	0.20
P42	94,413	539	1.65	118.02	0.25	0.10
P43	37,519	201	1.65	46.90	0.25	0.13
P44	122,246	681	1.65	152.81	0.25	0.17
P45	84,481	619	1.65	105.60	0.25	0.10
P46	164,761	1,258	1.65	205.95	0.25	0.10
P47	111,072	8,205	1.65	138.84	0.25	0.10
P48	58,209	201	1.65	72.76	0.25	0.13
P49	204,953	2,313	1.65	256.19	0.25	0.17
P50	111,103	1,361	1.65	138.88	0.25	0.17
P51	36,131	327	1.65	45.16	0.25	0.10
P52	28,209	244	1.65	35.26	0.25	0.10
P53	132,022	1,550	1.65	165.03	0.25	0.20
P54	4,882	34	1.30	6.10	0.25	0.17
P55	139,448	850	1.65	174.31	0.25	0.17

P56	63,261	550	1.65	79.08	0.25	0.17
P57	19,605	686	1.65	24.51	0.25	0.13
P58	31,690	140	1.65	39.61	0.25	0.17
P59	96,490	1,629	1.65	120.61	0.25	0.13
P60	14,244	308	1.65	17.81	0.25	0.13
P61	1,532	164	1.65	1.92	0.25	0.10
P62	81,371	429	1.65	101.71	0.25	0.17
P63	15,560	131	1.65	19.45	0.25	0.10
P64	28,471	209	1.65	35.59	0.25	0.17
P65	42,015	1,317	1.65	52.52	0.25	0.10
P66	26	4	1.30	1.00	0.25	0.20
P67	825	15	1.30	1.03	0.25	0.17

Fuente: Elaboración propia

3.3 Aplicación del modelo de revisión continua.

Para aplicar el modelo de revisión continua se utilizó el software de programación libre Python. Se definieron funciones para calcular los valores correspondientes al punto de reorden, Inventario de Seguridad, Cantidad óptima de pedido y el costo de la política de inventario. A continuación, se muestra el código en la tabla 5 que se implementó en Python para calcular cada uno de los valores correspondientes a la política de inventario:

Tabla 3.5. Código elaborado en el programa Python.

```
def calcula_punto_reorden(dem_prom, tiempo_espera, valor_Z, desv_est):
    punto_reorden=dem_prom*tiempo_espera+valor_Z*desv_est*tiempo_espera**(1/2)
    punto_reorden=int((punto_reorden//1)+1)
    return punto_reorden

def calcula_inventario_seg(valor_Z, desv_est, tiempo_espera):
    inventario_seg=valor_Z*desv_est*tiempo_espera**(1/2)
    inventario_seg=int((inventario_seg//1)+1)
    return inventario_seg

def calcula_cantidad_optima(dem_total, costo_pedido, costo_almac):
    cantidad_optima=((2*dem_total*costo_pedido)/costo_almac)**(1/2)
    cantidad_optima=int((cantidad_optima//1)+1)
    return cantidad_optima

def calcula_costo_politica(cantidad_pedido, costo_almac, dem_total, costo_pedido, inventario_seg):
    costo_politica=(cantidad_pedido/2)*costo_almac+(dem_total/cantidad_pedido)*costo_pedido+costo_almac*inventario_seg
    return costo_politica
```

Fuente: Elaboración propia.

Luego de extraer los datos en Python desde el Excel se encontró la política correspondiente. En la siguiente tabla se detallan los valores:

Tabla 3.6. Política de Inventario.

DESCRIPCIÓN	PR_S1	PR_S2	PR_S3	PR_S4	PR_S5	PR_S6	PR_S7	PR_S8	INVENTARIO SEGURIDAD	ÓPTIMO	COSTO POLÍTICO
P1	8,188	7,980	8,714	8,882	7,797	7,783	7,543	8,671	4,531	29,311	\$8,460.35
P2	2,040	1,892	2,271	2,114	1,841	2,238	2,130	1,849	1,110	4,409	\$1,379.70
P3	1,992	1,942	2,052	1,966	1,907	1,884	1,966	1,844	1,109	6,684	\$1,948.08
P4	1,242	1,306	1,219	1,185	1,187	1,285	1,220	1,262	362	7,014	\$1,843.91
P5	1,257	1,319	1,224	1,168	1,199	1,242	1,350	1,301	460	4,906	\$1,341.36
P6	898	870	907	917	933	890	911	916	223	5,455	\$1,419.50
P7	106	110	110	109	106	106	110	108	17	727	\$185.80
P8	535	525	558	542	518	534	529	534	122	3,303	\$856.11
P9	382	383	385	379	388	385	373	393	45	2,086	\$532.69
P10	890	882	860	873	881	876	882	911	134	2,992	\$781.48
P11	357	383	340	380	347	384	359	372	155	1,293	\$361.75
P12	1,397	1,623	1,495	1,217	1,249	1,487	1,609	1,474	1,208	1,885	\$773.21
P13	99	109	105	90	96	96	93	96	39	281	\$79.90
P14	3,697	3,137	4,001	3,445	3,675	3,704	3,583	3,966	2,925	5,808	\$2,183.09
P15	1,758	1,843	1,810	1,911	1,640	1,672	1,781	1,798	811	5,941	\$1,687.97
P16	2,406	2,271	2,281	2,292	2,244	2,404	2,387	2,423	727	6,445	\$1,792.95
P17	369	357	370	360	372	382	386	368	54	1,267	\$330.14
P18	2,563	2,566	2,512	2,557	2,520	2,478	2,578	2,571	508	16,281	\$4,197.15
P19	574	557	570	559	568	562	553	559	109	2,134	\$560.66
P20	510	526	465	465	508	529	544	482	261	1,943	\$550.84

P21	1,018	1,086	1,071	1,058	1,119	1,091	985	1,073	477	3,604	\$1,020.20
P22	1,177	1,179	1,231	1,170	1,157	1,132	1,205	1,158	222	4,489	\$1,177.53
P23	429	429	431	427	404	414	408	463	194	1,854	\$511.90
P24	329	340	304	324	306	353	353	327	143	1,493	\$408.96
P25	294	284	284	316	315	290	278	315	127	1,363	\$372.31
P26	3,183	3,504	2,828	3,526	3,397	3,654	3,245	3,509	1,853	6,010	\$1,965.60
P27	950	1,080	1,016	906	1,006	1,049	1,037	1,079	483	2,130	\$653.15
P28	273	266	265	269	279	282	277	281	43	1,849	\$472.94
P29	181	183	185	178	188	185	185	181	33	1,208	\$310.08
P30	401	414	415	391	419	390	397	377	171	1,837	\$501.76
P31	435	463	464	442	461	412	411	451	117	1,302	\$354.69
P32	1,890	2,161	2,023	1,801	2,016	1,743	2,141	1,827	1,183	3,612	\$1,198.70
P33	2,741	2,941	2,608	2,915	2,587	2,714	2,523	2,696	962	7,015	\$1,994.25
P34	1,560	1,585	1,605	1,535	1,527	1,706	1,552	1,536	894	5,451	\$1,586.14
P35	2,128	2,065	2,111	2,057	2,154	2,105	2,209	2,120	521	12,778	\$3,324.65
P36	2,036	2,109	2,128	1,991	2,048	1,957	2,050	2,125	350	6,825	\$1,793.51
P37	1,453	1,472	1,452	1,535	1,396	1,393	1,363	1,555	772	4,187	\$1,239.75
P38	2,635	2,489	2,537	2,601	2,617	2,533	2,700	2,775	720	11,639	\$3,089.58
P39	2,727	2,834	2,589	2,730	2,865	2,847	2,891	2,753	708	9,749	\$2,614.16
P40	940	982	955	969	972	990	944	879	282	4,135	\$1,104.14
P41	638	634	594	607	686	667	608	643	207	1,710	\$479.16
P42	1,470	1,424	1,447	1,497	1,494	1,481	1,421	1,461	282	9,442	\$2,430.86
P43	726	749	737	709	749	704	748	717	120	3,752	\$967.99
P44	3,059	3,085	2,985	3,138	3,089	3,019	2,959	3,159	464	12,225	\$3,172.18
P45	1,371	1,315	1,386	1,410	1,316	1,420	1,427	1,391	323	8,449	\$2,192.76
P46	2,723	2,772	2,750	2,768	2,637	2,695	2,680	2,707	657	16,477	\$4,283.26
P47	5,819	5,543	5,898	5,196	6,351	5,952	5,600	5,001	4,282	11,108	\$3,847.30
P48	1,062	1,073	1,083	1,059	1,075	1,047	1,075	1,053	120	5,821	\$1,485.21
P49	5,964	6,007	6,244	5,848	5,951	5,701	6,022	5,698	1,574	20,496	\$5,517.31
P50	3,321	3,159	3,392	3,271	3,187	3,333	3,253	3,383	926	11,111	\$3,009.09

P51	618	618	611	642	648	613	596	636	171	3,613	\$945.99
P52	477	495	461	501	472	485	454	498	128	2,821	\$737.21
P53	4,377	4,400	4,357	4,199	4,616	4,663	4,404	4,542	1,144	13,203	\$3,586.58
P54	122	126	122	120	122	117	125	126	19	489	\$126.78
P55	3,570	3,690	3,430	3,454	3,612	3,460	3,538	3,583	579	13,945	\$3,630.95
P56	1,697	1,639	1,672	1,761	1,777	1,752	1,671	1,782	375	6,327	\$1,675.31
P57	711	774	635	752	734	692	774	745	409	1,961	\$592.41
P58	770	783	756	775	758	751	766	793	96	3,169	\$816.23
P59	2,489	2,638	2,300	2,508	2,550	2,597	2,655	2,565	970	9,649	\$2,654.72
P60	423	432	386	406	394	406	423	451	184	1,425	\$402.15
P61	105	110	90	111	97	114	108	105	86	154	\$59.85
P62	1,995	2,062	1,970	2,052	2,067	2,012	2,052	1,962	292	8,137	\$2,107.24
P63	264	274	267	260	255	252	258	276	69	1,557	\$406.25
P64	749	772	739	761	718	742	759	742	143	2,848	\$747.54
P65	1,218	1,172	1,143	1,314	1,123	1,233	1,164	1,335	688	4,202	\$1,222.39
P66	3	4	4	4	4	3	3	3	3	15	\$4.36
P67	26	27	24	28	25	24	28	26	9	83	\$22.86

Fuente: Elaboración Propia

El costo total de aplicar la política durante los próximos dos meses es de \$104,084 dólares.

3.4 Análisis Económico

Para evaluar el beneficio de aplicar la política de inventario se realizó un contraste el costo incurrido actual y el costo luego de aplicar la política de inventario.

3.4.1 Esquema de Pedidos

El esquema que se maneja actualmente se basa en el ahorro al momento de realizar el pedido generando menos órdenes de pedido con cantidades más grandes.

Tabla 3.7. Cálculo de costo total de almacenamiento y pedidos para el artículo P1 con el esquema actual.

P1	PEDIDO ESQUEMA ACTUAL	CONSUMO	NIVEL INVENTARIO	Costo Almacén	Costo Pedido	Costo Total
S1	54,623	36,574	18,049	\$ 45.12	\$ 366.38	\$ 411.50
S2	55,659	34,492	39,216	\$ 98.04	\$ 366.38	\$ 464.42
S3	55,732	41,826	53,122	\$ 132.81	\$ 366.38	\$ 499.19
S4	116,989	43,507	126,604	\$ 316.51	\$ 366.38	\$ 682.89
S5	-	32,664	93,940	\$ 234.85	\$ -	\$ 234.85
S6	59,571	32,520	120,991	\$ 302.48	\$ 366.38	\$ 668.86
S7	183,258	30,120	274,129	\$ 685.32	\$ 366.38	\$ 1,051.70
S8	-	41,401	232,728	\$ 581.82	\$ -	\$ 581.82

Fuente: Elaboración propia

La tabla 7 muestra los costos incurridos a lo largo de 8 semanas de pedidos obteniendo un costo total de \$4,595.23 dólares. En la política de inventario propuesta tenía como prioridad mantener un nivel estable de inventario a lo largo del periodo analizado.

Tabla 3.8. Cálculo de costo total de almacenamiento y pedidos para el artículo P1 con el esquema propuesto.

P1	PEDIDO ESQUEMA SUGERIDO	CONSUMO	NIVEL INVENTARIO	Costo Almacén	Costo Pedido	Costo Total
S1	58,622	36,574	22,048	\$ 55.12	\$ 732.76	\$ 787.88
S2	29,311	34,492	16,867	\$ 42.17	\$ 366.38	\$ 408.55
S3	58,622	41,826	33,663	\$ 84.16	\$ 732.76	\$ 816.92
S4	29,311	43,507	19,467	\$ 48.67	\$ 366.38	\$ 415.05
S5	29,311	32,664	16,114	\$ 40.29	\$ 366.38	\$ 406.67

S6	32,520	12,905	\$	32.26	\$	366.38	\$	398.64
29,311								
S7	30,120	12,096	\$	30.24	\$	366.38	\$	396.62
29,311								
S8	41,401	29,317	\$	73.29	\$	732.76	\$	806.05
58,622								

Fuente: Elaboración propia

La tabla 8 evidencia un aumento en el costo de pedido, dado que se en algunas semanas se llegan a realizar hasta 2 pedidos por el mismo artículo, pero una gran disminución en los niveles de inventario. Así, en esta simulación se calculó un costo total de \$4,436.37 dólares. Esto significa una disminución del 4% en el costo total de almacenamiento y pedido de este producto.

3.4.2 Costo logísticos

A continuación, se muestra la comparación de la simulación en la aplicación de la política de inventario durante el periodo establecido.

Tabla 3.9. Comparación del costo total.

	Situación actual	Situación propuesta	variación
Costo logístico	\$275,378.99	\$260,211.45	-6%
Costo de Mano de Obra	\$ 11,976.00	\$ 17,976.00	50%
Costo Total	\$287,354.99	\$278,187.45	-3%

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 9 se concluyó que se tiene una reducción del costo total de operación del 3% durante los 2 meses pronosticado de trabajo. El costo de mano de obra aumenta considerablemente, ya que es necesario contar con más personal para realizar la revisión continua y colocar un nuevo pedido cada vez que sea necesario. Mientras que el costo logístico disminuye en un 6%, gracias a la reducción de los niveles de inventario. En la sección de Anexos se encuentra el análisis a fondo de los valores presentados en este capítulo.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos se detallan a continuación las conclusiones obtenidas en este estudio, las mismas que van de la mano con los objetivos planteados.

- El Dashboard implementado permitió obtener una visión amplia de la situación actual de la empresa de las variables con mayor relevancia tales como: utilidad, ventas y costo para sugerir una política adecuada en el área de Batch Picking.
- El software estadístico R studio fue de gran utilidad para analizar la demanda de los artículos realizando un código que nos permitió visualizar las graficar de las series de tiempo, así como las autocorrelaciones de los datos. Se implementó librerías de predicción en conjunto con el comando auto arima para encontrar los modelos más apropiados de las series analizadas.
- Se implementó el modelo de revisión continua como política de inventario para tratar de reducir el costo, obteniendo una reducción de \$10,000 dólares en el costo de operación durante el periodo de 2 meses analizado, además, de obtener una política establecida de todos los ítems de la cantidad y el momento que se debe realizar un pedido considerando el inventario de seguridad que debe de tener y el costo que se genera.
- Se diseñó una política de abastecimiento aplicando el modelo de revisión continua (s, Q) para los productos procesados del área de Batch Picking realizando una proyección de la demanda a 2 meses, calculando el punto de reorden, inventario de seguridad, cantidad óptima de pedido y finalmente el costo de la política. El análisis logístico permitió conocer las diferentes actividades que se realizan en el área de estudio tomando los tiempos y definiendo las actividades que generan valor y las que no.

Los resultados obtenidos sugieren que se realice una prueba piloto para implementar la política de inventario en un periodo de tiempo no mayor a dos meses

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda aplicar el modelo de revisión continua (s, Q) definiendo la precisión que se quiere tener del inventario, es de gran importancia, ya que evita caer en quiebres de inventario gracias al inventario de seguridad.
- Es de suma importancia definir las actividades que generan y no generan valor al producto final. Se sugiere que se analicen las actividades que no generan valor a fin de reducir el tiempo con la supresión de estas actividades.
- Se sugiere que se analice la opción de reducir espacios en bodega a fin de amenorar costos de almacenamiento. Con la reducción de los niveles de inventario esto podría ser posible y permitiría reducir los costos en el almacén
- Se recomienda utilizar el Dashboard con distintos datos el cual se pueda utilizar el indicador del nivel de inventario para evidenciar el beneficio de implementar la política propuesta.

BIBLIOGRAFÍA

- Ballou, R. (2018). *Logística: administración de la cadena de suministro*. México : Pearson education.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro*. Mexico: Prentice Hall.
- Boccardo, G. (2019). *Rstudio*. Chile: Universidad de Chile.
- Box, G. E. (2002). *Time series analysis forecasting and control*. Gravesend: Mathematical reviews.
- Brandau, A. (2017). *Diseño de plan de picking y análisis de políticas de posicionamiento de inventario en Centro de Distribución Octay, Cooprinsem*. . Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/bpmb817d/doc/bpmb817d.pdf>
- Cusado Rodriguez , E. (julio-diciembre de 2013). Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos. *Revista Ingeniería Universidad de Medellín.*, 14(27), 163-178.
- Díaz, J. L. (2019). *MODELO DE ABASTECIMIENTO PARA EL PROCESO DE ORDER PICKING Y SU IMPACTO EN LOS INVENTARIOS*. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/20589/DiazDiazJoseLuis2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Escobar, W. (2017). *Gestión de Inventarios para distribuidores de productos perecederos*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/852/85248898012.pdf>
- Esmena, M. (2021). *El picking o preparación de pedidos*. Obtenido de <https://www.mecalux.es/manual-almacen/picking-que-es>
- García-Moreira, M. A., & Maldonado-Asanza, G. P. (2015). *Diseño de una política de inventario para una empresa dedicada a la producción y a la venta de productos orgánicos para la acuicultura*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Gonzáles. (2020). Modelo de gestión de inventario basado en estrategias competitivas. *Revista chilena de ingeniería*, 28(1),133-142.
- González , A. (2020). Un modelo de gestión de inventarios basado en estrategias competitivas. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería.*, 28(1), 133-142.
- Guerrero, H. (2016). *Inventarios: Manejo y control*. Bogotá: Ecoe.
- Heizer, J. (2017). *Principios de administración de operación*. México: Pearson education .
- Matamoros, I. B. (2018). POLÍTICA DE INVENTARIO, UN APORTE A LA EFICIENCIA. *Contribuciones a la Economía*, 7.
- Meana, P. (2017). *Gestión de inventarios* . Madrid: Paraninfo.
- Microsoft. (21 de junio de 2021). *Hubspot*. Obtenido de <https://blog.hubspot.es/sales/como-hacer-inventario-en-excel>
- Oramas , O., Ortiz, M., & Marquez S. , F. (2020). Modelo de revisión continua de inventarios con incertidumbre en sus parámetros. *Revista Espacios*, 41(01), 7.
- Oramas, O. &. (2020). Modelo de revisión continua de inventarios con incertidumbre en sus parámetros. *Revista Espacios*, 41(01),7.
- Ortegón, E. (2021). *Guá metodológica*. Obtenido de https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/guia_metodologica_udep.pdf
- Peiró, R. (2021). *Análisis ABC*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/analisis-abc.html>
- Petersen, S. G. (2021). *Realizar el picking de productos con picking inventario*. Obtenido de <https://docs.microsoft.com/es-es/dynamics365/business-central/warehouse-how-to-pick-items-with-inventory-picks>
- Quiroga, O. D. (2021). *Optimización del Sistema de Inventario de Materias Primas en Una Empresa Productora de Golosinas*. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Representacion-Modelo-EOQ_fig1_299499536
- Ramos, A. (2010). *Gams modelo matematico de optimización* . Madrid: Universidad pontificia.
- regulación, A. n. (21 de septiembre de 2012). *BPA Buenas practicas de almacenamiento*. Obtenido de <https://www.controlsanitario.gob.ec/procesos-de-buenas-practicas-de-almacenamiento>

distribucion-y-o-transporte-para-establecimientos-farmaceuticos-y-establecimientos-de-dispositivos-medicos/

Reino, M. (2014). *Propuesta de un modelo de gestión de inventarios, caso Ferretería Almacenes Fabian Pintado*. Cuenca: Univesidad Politécnica Salesiana-Sede Cuenca.

Serna Hernández, J. M., Gonzalez, L. J., & Aristizabal, A. F. (2018). *Sistema de Control de Inventarios*. Medellín-Colombia : Instituto Universitario Tecnológico de Antioquía .

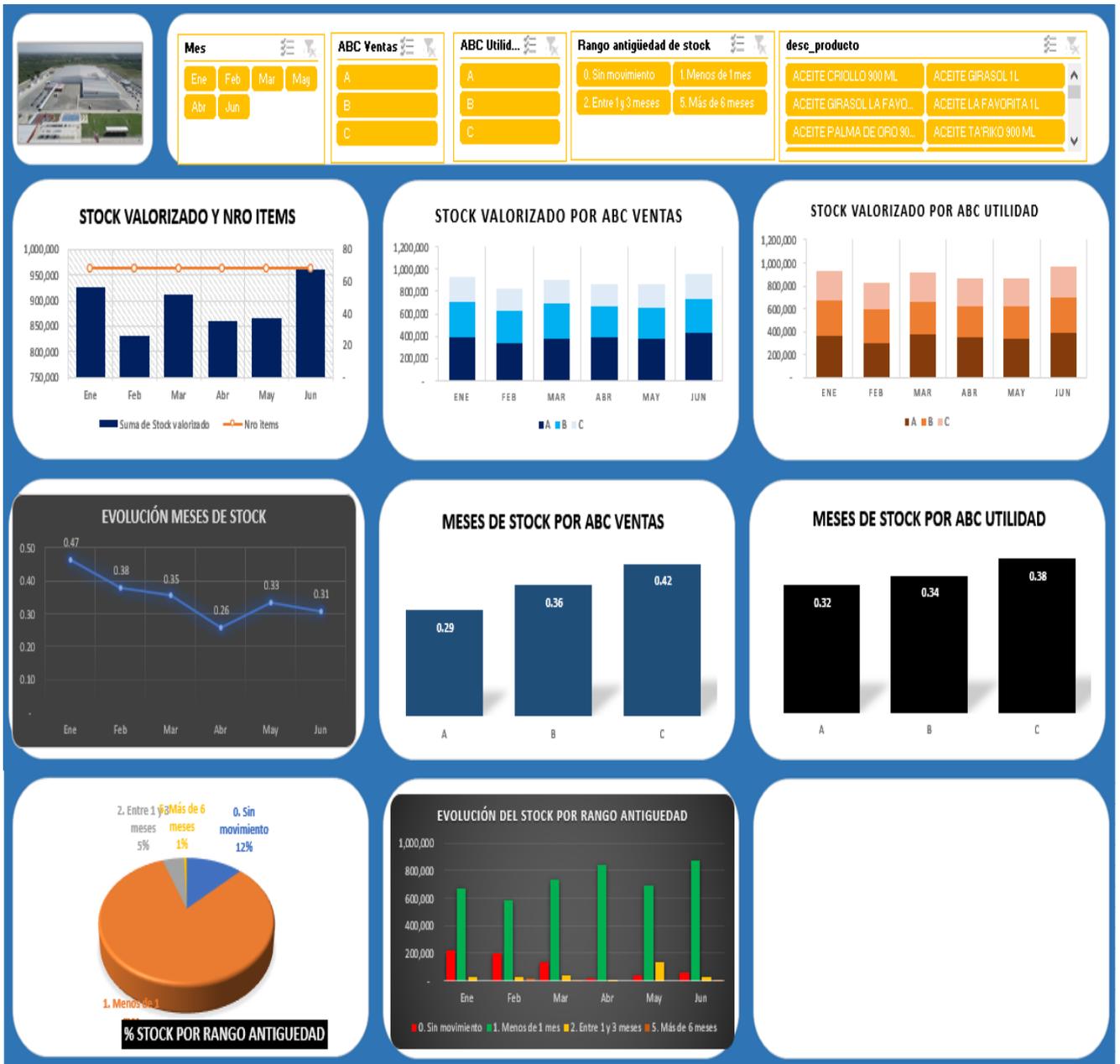
Taha, H. A. (2004). *Investigación de operaciones*. Ciudad de Mexico: Pearson educación.

ANEXOS

ANEXO 1



ANEXO 2



ANEXO 3

```
library(readxl)
library(Rcpp)
setwd("C:/Users/HOME/Desktop/Data")
item <- "p1"
df <- read_excel("demanda semanal.xlsx",sheet="Hoja3",range="b1:b27")

dfts=ts(df,frequency=4)
dfts
plot.ts(dfts,main=item,xlab="semanas",ylab="unidades")
par(mfrow=c(2,1))
acf(dfts,main=item,lag.max=20) #q MA
pacf(dfts,main=item,lag.max=20) #p AR

Ddf=diff(dfts)
par(mfrow=c(1,1))
plot(Ddf, main="Diferenciada 1ra Vez")
par(mfrow=c(2,1))
acf(Ddf,main=item,lag.max=40) #q
pacf(Ddf,main=item,lag.max=40) #p

DDdf=diff(Ddf)
par(mfrow=c(1,1))
plot(DDdf, main="Diferenciada 2da Vez")
par(mfrow=c(2,1))
acf(DDdf,main=item,lag.max=40)
pacf(DDdf,main=item,lag.max=40)

library(forecast)
ajuste=auto.arima(y=dfts)
summary(ajuste)
pronostico=forecast(ajuste)
summary(pronostico)
p_predict <- autoplot(pronostico)
p_predict
```

ANEXO 4

```
def calcula_punto_reorden(dem_prom, tiempo_espera, valor_Z, desv_est):
    punto_reorden=dem_prom*tiempo_espera+valor_Z*desv_est*tiempo_espera**(1/2)
    punto_reorden=int((punto_reorden//1)+1)
    return punto_reorden

def calcula_inventario_seg(valor_Z, desv_est, tiempo_espera):
    inventario_seg=valor_Z*desv_est*tiempo_espera**(1/2)
    inventario_seg=int((inventario_seg//1)+1)
    return inventario_seg

def calcula_cantidad_optima(dem_total, costo_pedido, costo_almac):
    cantidad_optima=((2*dem_total*costo_pedido)/costo_almac)**(1/2)
    cantidad_optima=int((cantidad_optima//1)+1)
    return cantidad_optima

def calcula_costo_politica(cantidad_pedido, costo_almac, dem_total, costo_pedido, inventario_seg):
    costo_politica=(cantidad_pedido/2)*costo_almac+(dem_total/cantidad_pedido)*costo_pedido+costo_almac*inventario_seg
    return costo_politica
archivo=open("data.csv", "r")
lineas=archivo.readlines()
archivo.close()
archivo=open("politica.csv", "w")
archivo.write("Descripcion;PR_S1;PR_S2;PR_S3;PR_S4;PR_S5;PR_S6;PR_S7;PR_S8;Inventario_Seguridad;Q_optimo;costo_politica\n")
for linea in lineas[1:]:
    linea=linea.strip().split(";")
    descripcion=linea[0]
    tiempo_espera=float(linea[-1])
    costo_almac=float(linea[-2])
    costo_pedido=float(linea[-3])
    valor_Z=float(linea[-4])
    desv_est=float(linea[-5])
    dem_total=float(linea[-6])
    consumo_mensual=linea[1:9]
    archivo.write(descripcion+";")
    for dem_prom in consumo_mensual:
        punto_reorden=calcula_punto_reorden(float(dem_prom), tiempo_espera, valor_Z, desv_est)
        archivo.write(str(punto_reorden)+";")
    inventario_seg=calcula_inventario_seg(valor_Z, desv_est, tiempo_espera)
    archivo.write(str(inventario_seg)+";")
    cantidad_optima=calcula_cantidad_optima(dem_total, costo_pedido, costo_almac)
    archivo.write(str(cantidad_optima)+";")
    costo_politica=calcula_costo_politica(cantidad_optima, costo_almac, dem_total, costo_pedido, inventario_seg)
    archivo.write(str("%.2f"%costo_politica) + "\n")
archivo.close()
```