



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

TEMA:

**“DISEÑO DEL PLAN DE ABASTECIMIENTO MEDIANTE MÉTODOS
HEURÍSTICOS DE INVENTARIO PARA LA EMPRESA RADIOCAR
TECNOLOGÍA S.A.”**

AUTOR: RUIZ VACA DARWIN PAÚL

TUTOR: ING. YAKCLEEM MONTERO SANTOS MSC.

IBARRA – ECUADOR

2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

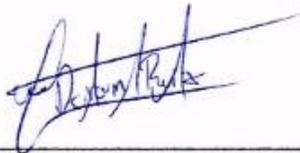
DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003961016		
APELLIDOS Y NOMBRES:	RUIZ VACA DARWIN PAÚL		
DIRECCIÓN:	IMBABURA – COTACACHI		
EMAIL:	dpruiv@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2556045	TELÉFONO MÓVIL:	0992630108
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	“DISEÑO DEL PLAN DE ABASTECIMIENTO MEDIANTE MÉTODOS HEURÍSTICOS DE INVENTARIO PARA LA EMPRESA RADIOCAR TECNOLOGÍA S.A.”		
AUTOR:	RUIZ VACA DARWIN PAÚL		
FECHA:	05/01/2022		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO INDUSTRIAL		
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Yakcleem Montero Santos, Msc.		

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 5 de enero de 2022

EL AUTOR:



Ruiz Vaca Darwin Paúl
C.C.1003961016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo Ingeniero Yakcleem Montero Santos, Msc. Director del trabajo de grado desarrollado por el estudiante **RUIZ VACA DARWIN PAÚL**.

CERTIFICA

Que, el proyecto de trabajo de grado titulado **“DISEÑO DEL PLAN DE ABASTECIMIENTO MEDIANTE MÉTODOS HEURÍSTICOS DE INVENTARIO PARA LA EMPRESA RADIOCAR TECNOLOGÍA S.A.”**, ha sido elaborado en su totalidad por el señor estudiante Ruiz Vaca Darwin Paúl bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniero Industrial. Luego de ser revisado, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, 5 de enero de 2022



Ing. Yakcleem Montero Santos, Msc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

A Dios por darme salud, vida y por estar conmigo en cada paso que doy.

A mis padres **Holger Alfredo Ruiz Ruiz y Rocío Marisol Vaca Lozano** quienes han sido mi fuerza para seguir adelante en busca de cumplir este sueño tan anhelado, además de ser la razón de mi vida han sido la guía y quienes han forjado mi personalidad hasta el día de hoy.

A mis hermanos **Anderson, Kevin**, y sobretodo **Melany Ruiz Vaca** que han sido mi principal fuente de motivación para nunca rendirme.

A mis abuelitos que están en el cielo y que sin duda estarán orgullosos de todo el esfuerzo puesto en todos estos años.

Y a todas las personas que no tienen un título universitario pero que siempre quieren salir adelante y aprender en el camino.

AGRADECIMIENTO

El mayor de mis agradecimientos a Dios por iluminar mi mente y no dejarme rendir en los momentos malos y por poner en mi camino a personas que han sido un apoyo incondicional en mi vida y que me han apoyado en cada caída y en cada acierto.

A mis padres quienes a lo largo de mi vida universitaria fueron mi soporte y mi mayor bendición ya que con sus enseñanzas de vida, sus regaños y preocupaciones forjaron el carácter en mí, gracias a ellos nunca me he rendido. A mis hermanos y hermana por apoyarme todos estos años y dejarme compartir momentos buenos y malos junto a ellos. A mis abuelitos que están en el cielo y me enseñaron a ser persona antes que un profesional.

A mi tutor Ingeniero Yakcleem Montero Santos Msc. quien ha sabido guiarme desde los primeros niveles de la carrera de Ingeniería Industrial hasta hoy que ha sido mi tutor quien me ha apoyado y motivado para la finalización de este proyecto.

A mi mejor amiga Isabel Loor quien estuvo conmigo al iniciar esta etapa, pero por cosas de la vida nos tuvimos que separar, sin embargo, nunca me faltó su apoyo incondicional hasta el día de hoy.

A mis compañeras y amigas Pamela Huertas y Angie González quienes fueron un soporte muy importante en mi vida no solo universitaria sino personal, y gracias a ellas he salido de los malos momentos y he compartido los mejores también.

Y por último a todas las personas Ingenieros, compañeros y amigos que pusieron un granito de arena en todos estos años de vida universitaria. Gracias por los momentos compartidos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONSTANCIAS.....	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
RESUMEN	X
ABSTRACT	XII
CAPÍTULO I	1
1.GENERALIDADES.....	1
1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3. ALCANCE	3
1.4. JUSTIFICACIÓN	3
CAPITULO II.....	5
2.MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.ABASTECIMIENTO	5
2.1.1.Ciclo de abastecimiento	5
2.1.2.Tiempo de abastecimiento.....	6
2.1.3.Stock.....	7
2.1.4.Rotación de Stock	7
2.2. INVENTARIO	8
2.2.1. Variables que afectan a la gestión de Inventario	8
2.3. TIPOS DE INVENTARIO	10

2.3.1. Inventario de materia prima.....	10
2.3.2. Inventario de producción en proceso	10
2.3.3. Inventario de producto terminado.....	11
2.3.4. Inventario de ciclo.....	11
2.3.5. Inventario de seguridad	11
2.4. COSTOS DE INVENTARIO	12
2.4.1. Costos de almacenamiento	12
2.4.2. Costos de lanzamiento de pedido.....	13
2.4.3. Costos de adquisición.....	14
2.4.4. Costos de rotura de stock.....	14
2.4.5. Costos de preparación	15
2.5. SISTEMA DE INVENTARIO.....	15
2.5.1. Demanda dependiente.	15
2.5.2. Demanda Independiente.....	16
2.6. PLAN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP)	16
2.7. MODELOS DE INVENTARIO	16
2.7.1. Modelo de cantidad de pedido fija (Q)	17
2.7.2. Modelo de cantidad fija Q con inventario de seguridad.	20
2.7.3. Modelo de periodos fijos (P)	22
2.7.4. Modelo de periodo fijo con inventario de seguridad.	23
2.8. MÉTODOS HEURÍSTICOS	24
2.8.1. Algoritmo de SILVER- MEAL	25
2.8.2. Algoritmo de Wagner- Whitin.....	26
2.8.3. Comparación entre métodos heurísticos.	27
2.9. COEFICIENTE DE VARIACIÓN	28

2.10.	CLASIFICACIÓN ABC.....	29
2.11.	PRONÓSTICOS	30
2.12.	MODELOS DE PRONÓSTICOS.....	30
2.12.1.	Modelo autoregresivo integrado de promedio móvil (ARIMA).....	30
2.12.2.	Algoritmo KNN.....	31
2.12.3.	Series temporales.....	31
2.12.4.	Modelo de Redes Neuronales.....	32
2.13.	ERRORES DEL PRONÓSTICO.....	34
2.13.1.	Desviación absoluta media (MAD).....	34
2.13.2.	Error porcentual absoluto medio (MAPE).....	35
2.13.3.	Error medio cuadrático (MSE).....	35
2.13.4.	Raíz Cuadrada de error cuadrático medio (RMSE).....	36
2.13.5.	Criterio de información Bayesiano (BIC).....	36
	CAPÍTULO III.....	38
3.	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	38
3.1.	EMPRESA RADIOCAR TECNOLOGÍA S.A.	38
3.1.1.	Datos generales de la empresa.	38
3.1.2.	Descripción de la empresa.	38
3.1.3.	MISIÓN.....	39
3.1.4.	VISIÓN	39
3.1.5.	Valores institucionales.	39
3.2.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	40
3.3.	ANÁLISIS DEL AMBIENTE INTERNO.	41
3.3.1.	Estructura Organizacional.	41
3.3.2.	Análisis FODA	42

3.3.3. Clientes.....	43
3.3.4. PROVEEDORES.....	44
3.3.5. Proceso de Abastecimiento.....	46
3.4. ANÁLISIS DE INVENTARIO	51
3.4.1. Índice de rotación.....	51
3.4.2. Costos asociados al inventario.....	52
3.4.3. Clasificación ABC	53
CAPÍTULO IV	56
4. DISEÑO DEL PLAN DE ABASTECIMIENTO.	56
4.1. ANÁLISIS DE ESTACIONALIDAD.	56
4.2. PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA.....	60
4.2.1. Pronóstico ARIMA	61
4.2.2. Pronóstico por redes neuronales.	59
4.2.3. Pronóstico Modelo KNN.....	62
4.3. APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS HEURÍSTICOS.....	64
4.3.1. Silver Meal	65
4.3.2. Wagner Whitin (WW).....	67
4.4. EVALUACIÓN DEL PLAN DE ABASTECIMIENTO Y CUADRO COMPARATIVO. ...	69
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
5.1. Conclusiones.....	72
5.2. Recomendaciones	74
Bibliografía	75
ANEXOS	78
ANEXO I. Base de datos Histórica.....	78
ANEXO II. Análisis de Estacionalidad.....	79

ANEXO III. Modelos de Pronósticos	83
ANEXO IV. ALGORITMO SILVER MEAL SKU2	92
ANEXO V. Método de Wagner Whitin	108

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Costo total anual	18
Ecuación 2. Cantidad Óptima de Pedido	19
Ecuación 3. Punto de reorden sin inventario de seguridad.....	20
Ecuación 4. Demanda diaria	20
Ecuación 5. Punto de reorden con inventario de seguridad.....	21
Ecuación 6. Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega.....	22
Ecuación 7. Inventario de seguridad	22
Ecuación 8. Modelo P inventario de seguridad	24
Ecuación 9. Cantidad por pedir (modelo P)	24
Ecuación 10. Algoritmo de Silver- Meal.....	25
Ecuación 11. costo total para el periodo 1 según el algoritmo de Silver- Meal.	25
Ecuación 12. algoritmo de Wagner- Whitin	27
Ecuación 13. Coeficiente de variación.	28
Ecuación 14. Desviación absoluta media	35
Ecuación 15. Error porcentual absoluto medio	35
Ecuación 16. Error medio cuadrático	36
Ecuación 17. Raíz cuadrada del error cuadrático medio	36
Ecuación 18. Criterio de información Bayesiano.	37
Ecuación 19. Modelo Matemático Prueba Dickey-Fuller	57

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Variables en la Gestión de abastecimiento	9
Ilustración 2. Costos de inventario	12
Ilustración 3. Modelo de cantidad de pedido fijo.....	17
Ilustración 4. Costos anuales de acuerdo con el tamaño del pedido	19
Ilustración 5. Modelo de cantidad de pedido fijo con inventario de seguridad.	21
Ilustración 6. Modelo de periodo fijo.	23
Ilustración 7. Clasificación ABC.....	30
Ilustración 8. Métodos de pronóstico de series temporales	32
Ilustración 9. Estructura de una red neuronal.....	33
Ilustración 10. Ubicación Radiocar Tecnología S.A.	41
Ilustración 11. Organigrama Estructural de la empresa Radiocar Tecnología S.A.....	42
Ilustración 12. Diagrama proceso de importaciones.	48
Ilustración 13. Diagrama de proceso de almacenamiento	50
Ilustración 14. Gráfico Clasificación ABC	55
Ilustración 15. Algoritmo Silver-Meal (SKU_1)	66
Ilustración 16. Planificación final Silver Meal con lead time (SKU_1).....	67
Ilustración 17. Método Wagner Whitin SKU_1.....	68
Ilustración 18. Planificación final Wagner Whitin (SKU_1).....	68
Ilustración 19. Ciclo PHVA administración del plan de abastecimiento.	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis FODA	43
Tabla 2. Frecuencia de envío de productos	44
Tabla 3. Confiabilidad de proveedores.....	45
Tabla 4. Proveedores-Productos	46
Tabla 5. Lead time total.....	46
Tabla 6. Índice de Rotación	51
Tabla 7. Costos Asociados A Inventario	52
Tabla 8. Costos Actuales Totales.....	53
Tabla 9. Clasificación ABC Radiocar Tecnología S.A.	54
Tabla 10. Resultados estacionalidad de la serie de tiempo	58
Tabla 11. Prueba dickey fuller serie de tiempo ajustada.	60
Tabla 12. Pronósticos modelo ARIMA	58
Tabla 13. Errores pronósticos ARIMA.	59
Tabla 14. Pronósticos Redes Neuronales	61
Tabla 15. Errores pronóstico redes neuronales	62
Tabla 16. Pronóstico KNN	63
Tabla 17. Errores pronósticos KNN.....	64
Tabla 18. Comparación resultados métodos heurísticos.	69
Tabla 19. Comparación ahorro métodos heurísticos vs Costo real.....	70

RESUMEN

La empresa Radiocar Tecnología S.A. en la actualidad no cuenta con un plan establecido ni en tiempos ni en cantidad de productos para poder abastecer su demanda, es por ello que en el presente proyecto se plantea el diseño de un plan de abastecimiento mediante métodos heurísticos de inventario buscando así reducir costos de inventario y asegurar el stock, por ende satisfaciendo los requerimientos de los clientes con respecto a entrega de pedidos completos afirmando la confianza hacia la empresa.

En el capítulo uno se describe las generalidades, es decir problemática, objetivos de la investigación, el alcance del proyecto además de la justificación del mismo. Para el capítulo dos se realizó un análisis bibliográfico sobre planes de abastecimientos que se puedan adaptar a la demanda variable además de los diferentes modelos de pronósticos y métodos heurísticos de inventario. El capítulo tres se inició con la obtención de los datos históricos de demanda de todos los artículos que comercializa la empresa seguido se analizó los costos asociados a inventario, con estos datos se calculó el índice de rotación para conocer cuales productos tienen mayor rotación y en qué porcentaje benefician a la empresa. Posteriormente se efectuó la clasificación ABC de dichos productos donde se pudo observar que 9 productos pertenecen a la categoría “A”, 4 a categoría “B”, y 5 a categoría “C”.

Una vez validados los datos históricos de los últimos tres años en el capítulo cuatro se procedió a realizar el cálculo de estacionalidad mediante la prueba de dikey fuller en el software R donde se tuvieron que ajustar las series de tiempo para poder romperla tendencia establecida y obtener resultados de estacionalidad para posteriormente continuar determinando los pronósticos mediante tres modelos diferentes seleccionando así el de menor error. Ya definidos los pronósticos

de cada SKU se prosiguió al desarrollo de los métodos heurísticos Silver Meal en hojas de cálculo de Excel y el Wagner Whitin en el software R.

Al aplicar el algoritmo de Silver Meal y Wagner Whitin estos proporcionaron valores óptimos de costos de inventario (costos de mantener inventario y costos por ordenar) de cada artículo analizado, obteniendo un ahorro de \$7,990.39 es decir un 31.52% y el Método de Wagner Whitin con un ahorro de \$8,407.44 con un porcentaje del 33.16% con respecto al costo real sin aplicar el plan de abastecimiento, además de cantidades optimas a pedir en periodos establecidos.

ABSTRACT

The company Radiocar Tecnología SA currently does not have an established plan either in terms of time or quantity of products to be able to supply its demand, which is why in this project the design of a supply plan using heuristic inventory methods is proposed. thus seeking to reduce inventory delivery costs and ensure stock, thus satisfying customer requirements with respect to complete orders, affirming trust in the company.

Chapter one describes the generalities, that is, problems, research objectives, the scope of the project, as well as its justification. For chapter two, a bibliographic analysis was carried out on supply plans that can be adapted to variable demand in addition to the different forecasting models and heuristic inventory methods. Chapter three began with obtaining historical demand data for all the items sold by the company, followed by an analysis of the costs associated with inventory, with these data the turnover rate was calculated to know which products have the highest turnover and in which percentage benefit the company. Subsequently, the ABC classification of said products was carried out, where it could be observed that 9 products belong to category "A", 4 to category "B", and 5 to category "C".

Once the historical data of the last three years had been validated in chapter four, the seasonality calculation was carried out using the dikey fuller test in the R software, where the time series had to be adjusted to be able to break the established trend and obtain results. of seasonality to later continue determining the forecasts through three different models, thus selecting the one with the least error. Once the forecasts of each SKU were defined, the development of the Silver Meal heuristic methods in Excel spreadsheets and the Wagner Whitin in R software continued.

When applying the algorithm of Silver Meal and Wagner Whitin, they provided optimal values of inventory costs (costs of maintaining inventory and costs to order) of each item analyzed, obtaining a saving of \$ 7,990.39, that is, 31.52% and the Wagner Whitin Method with a saving of \$ 8,407.44 with a percentage of 33.16% with respect to the real cost without applying the supply plan, in addition to optimal quantities to order in established periods.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa Radicar Tecnología S.A. ubicada en la zona norte de la ciudad de Quito se dedica a la comercialización de autopartes y todo en tecnología vehicular, desde sus inicios ha buscado satisfacer las necesidades y requerimientos de los clientes eso a base de trabajo en equipo y una mejora continua desde sus bases, esta mejora ha hecho que en los últimos años la demanda ha aumentado por lo tanto ha generado diversos problemas en ciertas áreas de la empresa.

Luego de realizar una investigación previa en la cual se pudo observar mediante la información proporcionada que cuentan con problemas en el área de bodega en el proceso logístico para la adquisición de mercadería y en el proceso de distribución, la empresa cuenta con un incorrecto proceso de abastecimiento, no lleva un registro específico, lo hacen mediante una hoja de Excel la cual hasta el momento no se ha logrado estructurar de una manera que genere un soporte adecuado al área en conflicto, también se evidenció varias deficiencias en el tema de inventario lo cual ha desencadenado en los siguientes problemas:

- Desabastecimiento de mercancía y por ende retrasos en sus entregas.
- No cuenta con una clasificación ABC detallada de los productos que oferta la empresa.
- Nulo stock de seguridad
- No existe una diferenciación por producto ya que se basan en el sistema anteriormente nombrado, esto ha generado faltantes de productos de alta demanda y acumulación de productos de baja rotación.

- No cuenta con formatos específicos de entradas, salidas y desperfectos de mercancía.
- Dificultad para pronosticar la demanda
- Reprogramación de pedidos.

Por otra parte, se supo conocer por parte del Gerente que existían fallas logísticas en la empresa por ende se evidencio informes de demoras al momento de abastecer la bodega y al personal que se dedica a la distribución e instalación.

Por lo anteriormente expuesto se plantea la propuesta de un diseño de un plan de abastecimiento que permita mejorar la cadena de suministro de la empresa, satisfaciendo a los clientes, así como una reducción en los costos logísticos manteniendo un posicionamiento en el mercado y por ende genere mayores ingresos.

Este proyecto tiene el apoyo de la alta dirección y para su elaboración se cuenta con la información que se genere a diario, así como la base de datos históricos tanto de demanda como de ventas.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Diseñar el plan de abastecimiento para la empresa Radiocar Tecnología S.A. mediante métodos heurísticos, logrando reducir costos de inventario y asegurar el stock en el almacén.

1.2.2 *Objetivos Específicos*

- Realizar un análisis bibliográfico, sobre métodos heurísticos de inventario, que permita establecer las bases teóricas y metodológicas acerca de la planificación del abastecimiento.
- Establecer un diagnóstico de la situación actual en la empresa objeto de estudio, respecto a la planificación y control del abastecimiento, a través de la recolección de datos históricos.
- Elaborar un plan de abastecimiento aplicando los métodos heurísticos de inventario Silver-Meal y Wagner-Whitin, que conduzcan a la reducción de los costos de almacenamiento en la empresa Radiocar Tecnología S.A

1.3. ALCANCE

El presente trabajo abarca el diseño de un plan de abastecimiento mediante métodos heurísticos para el área de planificación y bodega el cual permita asegurar el stock de inventario y a su vez se pueda realizar su respectivo control, esto se logrará a través de la recopilación de información necesaria referente al plan actual de abastecimiento de la empresa seguido de la base de datos históricos de pedidos, importaciones y ventas por medio de diferentes indicadores: rotación de mercancía, stock de seguridad, precio de inventario y demás. Una vez obtenidos estos datos se procederá a diseñar un plan de abastecimiento acorde con las ventas de la empresa, reflejando así una disminución de costos de inventario, aseguramiento del stock que permita atender la variabilidad de la demanda que se presenta mes a mes.

1.4. JUSTIFICACIÓN

En un mercado competitivo las empresas deben buscar estrategias que les permita mantener su nivel, optando por mejoras en diversas áreas como la logística, los inventarios, recursos humanos, etc.; a fin de mantener satisfechos a sus clientes, mejorar sus tiempos de respuesta a la demanda y hacerle frente a la competencia en el mercado. (Render, 2010) Por tanto, la empresa Radiocar Tecnología S.A. tiene como necesidad principal asegurar su stock de inventario para satisfacer las necesidades de la demanda tomando en cuenta su variabilidad, reducir los costos de sus operaciones diarias, además de incrementar los beneficios para toda la empresa en el tema financiero.

La empresa evidencia existencia de excesos y faltantes de mercancía por la falta de una clasificación ABC por lo tanto existe la necesidad de aplicar herramientas de ingeniería con el fin de mejorar la planificación de inventarios esto fomentara un aprovechamiento de recursos con el fin de lograr colaboración de todos los elementos que componen la empresa.

Contar con un adecuado plan de abastecimiento garantiza varios beneficios en donde se encuentran más posibilidades de reducir costos mediante una mejor gestión de los pedidos, tener una buena planeación en esta área permite reducir la cantidad de elementos requeridos en las bodegas que posee la empresa, así como aumentar los niveles de cumplimiento de entrega de pedidos de clientes internos y externos. Las decisiones que se tomen con el tema de un plan de abastecimiento dentro de una empresa son un punto importante ya que de esto depende que la empresa mantenga la cantidad adecuada de inventarios y mantener el equilibrio entre la atención al cliente y la inversión. La selección de un adecuado plan de abastecimiento que se adapte a la demanda de la empresa requiere de una estrategia creativa necesaria para desarrollar una adecuada administración de inventario con innovación en la cadena de suministros lo cual puede representar una ventaja competitiva. (Gutiérrez, 2014).

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se realizará un análisis bibliográfico para definir los conceptos y metodologías que permita fundamentar las bases teóricas acerca de la planificación del abastecimiento y así encaminar y sustentar la investigación.

2.1. ABASTECIMIENTO

La palabra abastecimiento en el área industrial tiene varias aceptaciones entre las cuales significa almacenar productos que se consumen dentro de la empresa el cual se relaciona con realizar y esperar un pedido, cumplir con las funciones de abastecimiento asegura el nivel de stock adecuado para el cumplimiento de los objetivos de la empresa evitando roturas de stock. Una de las funciones principales de abastecimiento es la gestión y control del ciclo de vida del producto por ende los principales indicadores son el nivel de servicio y la rotura de stock. (Rueda, et al 2014)

2.1.1. *Ciclo de abastecimiento*

El área de abastecimiento tiene como funciones el coordinar y controlar los procesos, procedimientos y actividades que estén vinculadas con la adquisición ya sea de materia prima, materiales o insumos, ciertas actividades que tienen a su cargo son las siguientes:

- Compras
- Recepción
- Almacenamiento

- Control de inventarios.

El proceso de aprovisionamiento empieza con la recepción de necesidades de requerimientos esto se da ya sea por órdenes de una sola vez o compras periódicas, en el proceso se ve involucrado la selección de proveedores, cuando se trata de ordenes frecuentes o periódicas se elabora un plan de abastecimiento de acuerdo con los productos de mayor y menor rotación junto con el pronóstico de la demanda. (Rueda, 2014)

En un plan de abastecimiento el punto de reorden detecta la necesidad del almacén para reponer el producto, el área de planificación de abastecimiento formula la orden de pedido y envía a los proveedores quienes son los encargados de entregar el pedido al área de recepción. Posteriormente se gestiona la entrega y la mercancía es llevada a bodega donde permanecerá hasta que sea consumo en el proceso de venta, las existencias irán reduciendo hasta que sea momento de realizar un nuevo pedido y así iniciando un nuevo ciclo de abastecimiento. (Rueda, 2014)

2.1.2. Tiempo de abastecimiento

Al realizar un pedido el inventario llega desde el proveedor seleccionado pero el mismo no llega de una forma inmediata, sino que existe un tiempo entre el momento de solicitar el producto o artículo y su llegada y recepción. Ese periodo de tiempo que va desde que se emite el pedido hasta que se receipta se conoce como lead time, tiempo de reposición o tiempo de suministro. En conclusión el tiempo de abastecimiento o lead time es el promedio del periodo de tiempo en el despacho de pedidos, por lo cual tiene una desviación estándar y una distribución estadística. (Aguilar & Gomez, 2020, pág. 181)

2.1.3. Stock

Stocks o existencias de una empresa es el conjunto de materiales y artículos que se almacenan, tanto los que son destinados para el proceso productivo o los destinados a la venta. La gestión de stocks es una actividad fundamental dentro de la cadena de suministro ya que de esto depende la inversión de la empresa, la necesidad de disponer de inventarios viene dada por la dificultad de controlar en un debido tiempo las necesidades y requerimientos de los clientes. (Cervera, 2012)

2.1.4. Rotación de Stock

Rotación de inventario en sí es el número de veces que un producto o artículo pasa por el proceso de venderse por ende sale del almacén y es cobrado en un determinado periodo de tiempo recuperando la inversión realizada para adquirirlo. Una empresa obtiene beneficios al tener una alta rotación ya que tendrá una menor inversión de stock, ya que los productos pasan menor tiempo en el almacén y bodega por lo tanto no existen pérdidas por existencias inmóviles. También representan reducciones en los costos de almacenamiento. (Arenal, 2017)

Sin embargo, existen varios inconvenientes al tener una alta rotación, por ejemplo:

- La probabilidad de sufrir rotura de stock aumenta.
- Mayor costo de pedido y de manipulación de producto o artículo.
- Al tratar de cumplir con los requerimientos del cliente se pueden realizar pedidos pequeños por ende los descuentos que pueda haber por volúmenes de compra se perderían.

2.2. INVENTARIO

El inventario es una herramienta para que las empresas puedan gestionar de mejor manera las necesidades del stock o existencias, cuando realizar el pedido al proveedor seleccionado y la cantidad necesaria. Para que los datos registrados sean confiables se realiza un inventario el cual consiste en contar el número de unidades dentro del almacén. (Cruz, 2017, p. 14)

Los inventarios son recursos que se utilizan para separar una serie de actividades de la organización como son el almacenamiento de materias primas, existencias en el procesos de producción y actividades relacionadas en el proceso de comercialización y ventas, además están relacionadas directamente con el nivel de satisfacción del cliente ya que de cierta manera brindan un mejor servicio ya sea por la disminución de tiempos de espera, como también la cantidad y el tiempo que el cliente requiera que se le entregue. (García, 2021)

Un inventario es una propiedad personal tangible que se mantiene para la libre venta en un negocio que está dentro de la cadena de suministro el cual se utiliza para consumirse, en otras palabras, el inventario ya sea de materia prima o de producto terminado es un activo, ya que representa la pertenencia que se tienen en almacén y es probable que se convierta en una utilidad, ya que la meta principal de inventario es facilitar las ventas de una organización. (Esper, 2017, p. 2)

2.2.1. Variables que afectan a la gestión de Inventario

Dentro de la gestión de inventarios en una empresa existen variables que afectan en la toma de decisiones para su correcto abastecimiento. Las empresas deben tener en cuenta los procesos

para inventariar, empezando por la función de aprovisionamiento hasta la distribución del producto o servicio, esto hace tener una correcta gestión de inventario. (Cruz F. A., 2017, pág. 14)

Dichas variables para tener en cuenta dentro de la gestión de abastecimiento son:

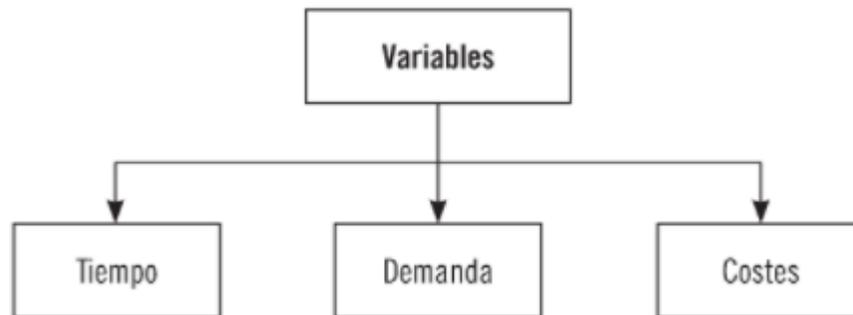


Ilustración 1. Variables en la Gestión de abastecimiento

Fuente: (Cruz F. A., 2017)

Tiempo: El tiempo de entrega es el tiempo que se necesita para que la mercancía se encuentre o llegue a la empresa.

Demanda: Tener una previsión de la demanda futura hace que la gestión de inventario y el aseguramiento del stock sea más eficiente y rentable. En si la demanda posee una variedad de características a tomar en cuenta como el volumen en el que se comercializa el producto en relación con la variabilidad de la demanda, al tiempo y a su vez a la disponibilidad de cada producto a pedir. (Cruz F. A., 2017, pág. 15)

Costes: El control de inventario en la empresa lleva una consigo una serie de gastos en los que se pueden destacar:

- Adquisición (materias primas, transporte, etc.)
- Almacenamiento (instalaciones, vigilancia, suministros)

- Demanda no cubierta (entregas urgentes)

2.3. TIPOS DE INVENTARIO

Existen varios tipos de inventario como lo son inventario de materia prima, de producto en proceso y de producto terminado pero según la clasificación esquematizada de (Esper, 2017) podemos direccionarnos a varios tipos diferentes que se mostraran a continuación:

2.3.1. Inventario de materia prima

Este tipo de inventario se mantiene en producción, la falta de inventario de materia primas desencadena en un alto costo ya que puede provocar en el cierre de toda la línea de producción, pero al mismo tiempo incurre en menor costo en relación con e inventario de producto terminado, por lo que este hecho de contar con más de aquel se pueda defender con facilidad en el almacén. (Esper, 2017)

Este inventario se encuentra conformado por los productos recién comprados y almacenados pero que no hayan sufrido ninguna modificación desde su recepción además este tipo de inventario divide el proceso productivo con la adquisición de material. (Render & Heizer, 2015)

2.3.2. Inventario de producción en proceso

Este inventario es el inventario que se controla en el proceso de transformación para llevarlo al producto terminado, el control muchas veces se lo toma por estaciones o áreas de trabajo para que toda la línea sea tomada en cuenta y no pueda haber ninguna falla que pueda desencadenar en el paro total de la línea. Sin embargo, existen desventajas ya que el tener inventarios en cada

estación de trabajo el ciclo de realimentación de material es más largo, por ende, se toma como enfoque justo a tiempo o JFF por sus siglas en inglés *just-in-time*. (Esper, 2017)

2.3.3. *Inventario de producto terminado.*

En si es el inventario del producto que ya está listo para su comercialización a los distintos clientes este inventario es elaborado por la empresa en el cual se desconoce la demanda, este inventario es una parte fundamental de la empresa ya que refleja el beneficio económico y su correcto almacenamiento y control genera muchos beneficios para la empresa como, por ejemplo: (Render & Heizer, 2015)

- Entregas a tiempo
- Demandas satisfechas
- Fidelidad de clientes

2.3.4. *Inventario de ciclo*

El inventario de ciclo es la cantidad de inventario necesario entre reabastecimiento, cada vez que pueda haber un pedido se incurre en costos ya sea de transporte, de configuración o algún costo específico de pedido como costos de recepción, de compra, entre otros, para tener un mejor control de inventario si los costos fijos son elevados, mayor debería ser la cantidad que se debe pedir. (Esper, 2017)

2.3.5. *Inventario de seguridad*

Inventario de seguridad es el número esperado de unidades disponibles en stock cuando llega el nuevo abastecimiento y que esté disponible para su venta. La forma de cálculo para el

inventario de seguridad histórico es la cantidad promedio de existencias cuando llega el reabastecimiento

2.4. COSTOS DE INVENTARIO

Según (Cruz F. A., 2017), los costos asociados al inventario juegan un papel determinante ya que un control riguroso y ordenado no generará problemas para la empresa, ya de por sí el desarrollo de inventario lleva consigo diferentes gastos que deben ser tomados en cuenta y calculados para su posterior control.

Dentro de los costos asociados al inventario destacamos los siguientes:

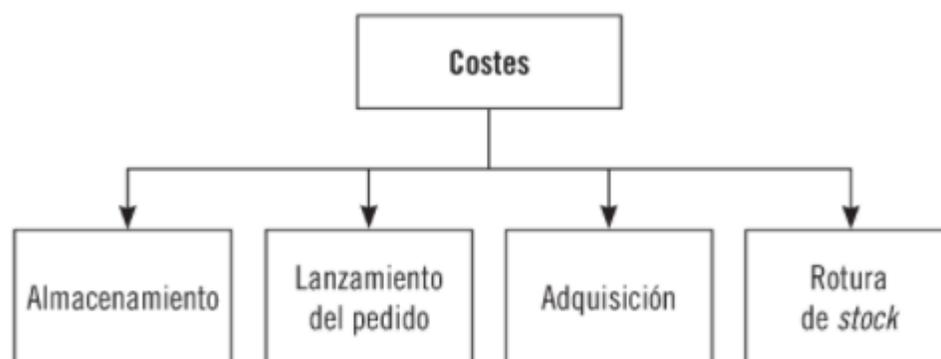


Ilustración 2. Costos de inventario

Fuente: (Cruz F. A., 2017)

2.4.1. Costos de almacenamiento

Los costos de almacenamiento son los primeros que se deben medir, ya que estos costos marcan que tan rentable es el almacén o bodega en la empresa, ya que existen empresas que llegan al punto de almacenar dada su actividad y/o el producto que ponen en el mercado. Este tipo de costos comprenden varias operaciones como el almacenamiento, seguros, así como el

mantenimiento y la conservación de la mercancía. Estas operaciones o actividades generan costos adicionales a la empresa por eso la necesidad primordial de valorar este costo para tomar las decisiones pertinentes. (Cruz, 2017, p. 75)

Dentro de los costes que pueden concebir en el almacenamiento de mercancía, podemos identificar los siguientes:

- Mano de obra para la actividad de almacenamiento.
- Seguridad y vigilancia del almacén.
- Adquisición, mantenimiento y reparaciones de infraestructura del almacén.
- Suministros de electricidad, agua, alcantarillado, etc.
- Equipos y maquinaria necesaria para la acción de almacenamiento.

2.4.2. Costos de lanzamiento de pedido

Según (Cruz, 2017, p. 76) los costos de lanzamiento de pedido están concernientes con los costos concebidos por la acción de pedido ya que esto genera costes afines al mismo, los cuales podemos ver a continuación:

- Costos de administración (software, personal) dedicados al lanzamiento y al ciclo que comienza con el requerimiento de mercancía hasta que dicho pedido sea entregado e introducido en bodega.
- Costos de movimiento de mercancía (transporte de carácter urgente vinculados al lanzamiento).
- Costos de recepción, chequeo y comprobación de mercancía pedida.

2.4.3. Costos de adquisición

Estos costos actúan directamente en el proceso de adquisición de mercancía ya que estos costos son proporcionales al volumen y características de producto, los cuales son recolectados en un documento administrativo o factura dada por el proveedor de cada pedido.

Dentro de lo que son los costos de adquisición tenemos varios costos que son adyacentes a los mismos entre los cuales tenemos los siguientes:

- Costo de transporte de mercancía.
- Costos de seguros sobre manipulación del producto.
- Costos de envases para los productos
- Descuentos de costos de adquisición lo cual es beneficioso para la empresa.
- El IVA no va incluido en estos costos con la condición de que la empresa no esté dentro de la misma actividad por ley. (Cruz F. A., 2017)

2.4.4. Costos de rotura de stock.

Estos costos son extras ya que la empresa debe asumir este riesgo al no contar con existencias que son demandadas en el almacén. En sí una rotura de stock ocurre cuando falta mercancía en bodega lo cual en una empresa que se dedique a la producción genere retrasos incluso paralización en toda la línea de producción y en el caso de ser de comercialización la pérdida de la venta y al mismo tiempo disminución en el nivel de servicio brindado. (Cruz F. A., 2017)

2.4.5. Costos de preparación

Según (Render & Heizer, 2015, pág. 75) el costo de preparación corresponde a la preparación de un equipo o proceso para fabricar un pedido en el cual está incluido el tiempo que se puede tardar en limpiar una herramienta. Para los jefes de las áreas de operaciones este costo es un adicional importante ya que al reducir estos costos se logrará también reducir los costos de lanzamiento por medio de la emisión de pedidos generados de manera electrónica.

2.5. SISTEMA DE INVENTARIO

Un sistema de inventario abarca toda la información que proporciona el mismo inventario desde las políticas hasta el control y seguimiento de las existencias, por ende para la mejor elección de un sistema de inventario se debe tomar en cuenta el tipo de demanda que mantiene el artículo, ya que el tener una demanda independiente quiere decir que los artículos están bajo una fluctuación y condiciones que se suscitan en el mercado, por lo que los artículos de inventario no tienen ninguna relación con el tiempo. (Chase & Jacobs, 2014)

2.5.1. Demanda dependiente.

La demanda dependiente trata de la demanda que se genera a partir de decisiones tomadas por la misma empresa, para la estimación de la demanda dependiente se usa el método de pronóstico dada por la base de datos histórica la cual es complementada con acciones a implementar para lo cual se selecciona el método de pronóstico adecuado dependiendo del ciclo de vida del producto, de las condiciones de estabilidad del mercado y de la predictibilidad de evolución de los productos. (Cruz A. D., 2020)

Sin embargo, la demanda dependiente se ve afectada por una demanda independiente pero también por lotes e incluso políticas de adquisición que pueda tener la empresa para lo cual los sistemas MRPs son el soporte más adecuado para esta demanda. (Cruz A. D., 2020)

2.5.2. Demanda Independiente.

Esta demanda se basa en decisiones que no dependen de la empresa por lo cual los pedidos realizados son decisión de cada consumidor, es decir esta demanda puede ser controlable y no controlable, los controlables dependerán de las acciones estratégicas de la organización y los no controlables del consumidor. Cabe recalcar que para determinar una cantidad necesaria de demanda independiente es necesario determinar la dependiente. (Cruz A. D., 2020)

2.6. PLAN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP)

El sistema MRP es una técnica de gestión de inventarios que consiste en un cálculo de necesidades ya sea de productos terminados, subconjuntos, componentes, materia prima, etc.) en el cual interviene el periodo de fabricación de compra de cada artículo. En sí permite enmendar las insuficiencias de productos en el cual mantiene solo las existencias de inventario cuando se puedan requerir frente al modelo tradicional de reservar y mantener existencias disponibles. Un MRP es un sistema simple que se basa en un programa de aprovisionamiento y también de producción a partir de tres fuentes: el plan maestro de producción, el estado de los inventarios y la estructura de fabricación. (Pérez, 2007)

2.7. MODELOS DE INVENTARIO

Estos modelos de inventario son métodos que ayudan a reducir los niveles de inventario requeridos en la toma de decisiones con respecto a producción o abastecimiento, su función

principal es controlar el activo más valioso de la empresa ya que indican las cantidades que se debe comprar y cuando hacerlo de tal manera que aseguren el abastecimiento según las referencias más demandadas sin incidir en costos adicionales. (Baquero, 2016)

2.7.1. *Modelo de cantidad de pedido fija (Q)*

El modelo Q es un sistema de revisión continua muchas veces llamado sistema de punto de reorden (ROP) cuya función es perseguir el inventario restante de un artículo o bien llamado SKU (Stock Keeping Unit), cada instante que se realiza un retiro del almacén para poder determinar si es tiempo de reordenar. En cada revisión realizada se toma decisiones acerca de su posición en el inventario, por ejemplo, si se considera que está debajo de lo que se debe, el sistema inicia un nuevo pedido. (Chase & Jacobs, 2014)

Cabe recalcar que este modelo a parte de su consideración en el punto de reorden también determina su tamaño de pedido Q. se realiza un pedido de tamaño Q cuando el inventario disponible en existencias o en orden de pedido llega al punto de reorden, en donde su posición del inventario se define como la cantidad disponible más la menos pedida menos los pedidos acumulados como se puede ver continuación: (Chase & Jacobs, 2014)

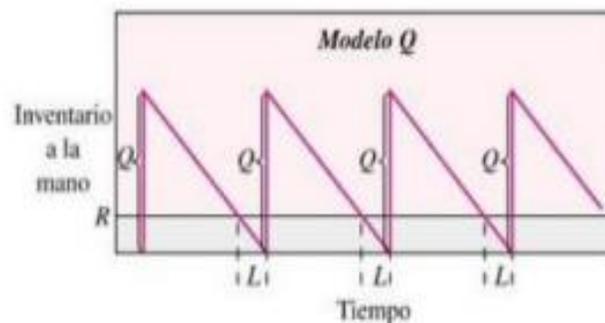


Ilustración 3. Modelo de cantidad de pedido fijo.

Fuente: (Chase & Jacobs, 2014)

Este modelo es muy utilizado para resolver problemas de abastecimiento para artículos de demanda determinística y constante por ende se cumplen varios supuestos tales como:

- Demanda constante
- El tiempo de entrega de un pedido es constante
- No se permiten faltantes
- La reposición de inventario es de forma inmediata.
- El tamaño de pedido Q es fijo y se requiere cada vez que el inventario llega a su punto de reorden.
- Se considera un costo adicional fijo K cada vez que se ordena.
- Se ingiere en un costo de inventario h , por cada artículo que se quede en bodega por un periodo de tiempo.
- Su inventario inicial es cero.
- Su horizonte de planeación es infinito.

Para la elaboración de cualquier modelo de inventario se debe desarrollar una relación entre variables de interés y la medida de eficacia, además se plantea una ecuación para calcular el costo anual total que se puede visualizar a continuación: (Chase & Jacobs, 2014)

Ecuación 1. Costo total anual

$$TC = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$

Donde:

TC= Costo anual total.

D= Demanda anual

C= Costo por unidad.

Q=Cantidad a pedir (también conocida como cantidad económica de pedido EOQ)

S=Costo de realizar un pedido

H= Costo anual de mantenimiento y almacenamiento por unidad de inventario promedio (por lo general este costo es el porcentaje del costo del producto como $H=i*C$, donde i es un porcentaje del costo de manejo)

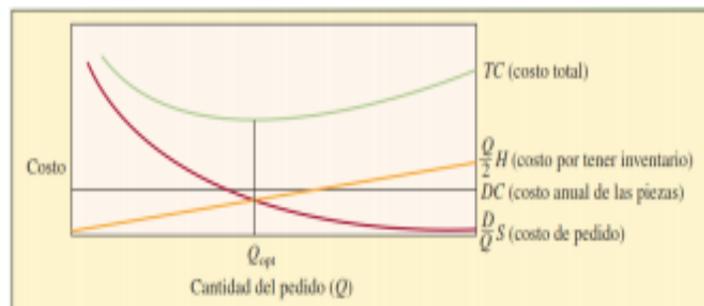


Ilustración 4. Costos anuales de acuerdo con el tamaño del pedido

Fuente: (Chase & Jacobs, 2014)

La cantidad óptima de pedido se lo calcula con a siguiente ecuación:

Ecuación 2. Cantidad Óptima de Pedido

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2KD}{H}}$$

Ya que este modelo es sencillo donde se supone una demanda y tiempo de entrega constante no es necesario un inventario de seguridad y su punto de reorden está dada así:

Ecuación 3. Punto de reorden sin inventario de seguridad.

$$R = d * L$$

Ecuación 4. Demanda diaria

$$d = \frac{D}{\text{Número de días trabajados en un año}}$$

Donde:

R= Punto de reorden en unidades.

d= demanda diaria.

L= lead time o el tiempo de entrega de nueva orden (en días).

2.7.2. Modelo de cantidad fija Q con inventario de seguridad.

Según (Chase & Jacobs, 2014), el peligro de tener faltantes en este modelo ocurre solo en el periodo de entrega, es decir entre el momento de realizar el pedido y su correspondiente recepción. Por ende se hace un pedido cuando la posición del inventario baja al punto de reorden R, en este tiempo de entrega L pueden existir una variedad de demandas. Estas demandas se analizan sobre demandas pasadas o de un estimado.

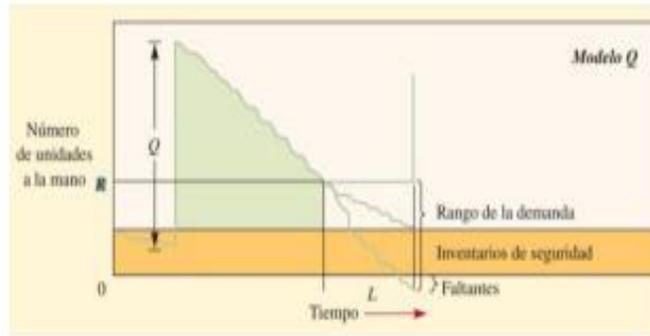


Ilustración 5. Modelo de cantidad de pedido fijo con inventario de seguridad.

Fuente: (Chase & Jacobs, 2014)

El inventario de seguridad depende en gran cantidad del nivel de servicio deseado, la cantidad que se va a pedir se calcula de forma normal teniendo en cuenta la demanda, costo de pedido, costo de almacenamiento, etc. Q se calcula con el modelo de cantidad fija y también el Q óptimo. Posteriormente se establece el punto de reorden donde se vuelve a pedir para poder cubrir la demanda esperada en un periodo de tiempo más el inventario de seguridad el cual está definido por el nivel de servicio esperado. Por lo cual la diferencia está dada por la cantidad de pedido fija donde se conoce la demanda y el otro cuando la demanda es dudosa reside en el cálculo del punto de reorden donde la cantidad de pedido es la misma en las dos instancias. (Chase & Jacobs, 2014)

Entonces el punto de reorden con inventario de seguridad está dado por la siguiente ecuación:

Ecuación 5. Punto de reorden con inventario de seguridad.

$$R = d * L + z\sigma_L$$

Donde:

z= Número de desviaciones estándar para una probabilidad de nivel de servicio específica.

σ_L = Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega.

Para el cálculo de $z\sigma_L$ es conveniente definir ciertos aspectos entre los cuales están el nivel de servicio esperado por la empresa que por lo general se eligen los siguientes, 90%= 1.65, para un 95%= 1.95 y para un 99%= 2.58. y por último se determina σ_L de la siguiente forma:

Ecuación 6. Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega

$$\sigma_L = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots \dots \sigma_L^2}$$

De una forma simplificada tenemos que el inventario de seguridad o también conocido como stock de seguridad está dado de la siguiente manera:

Ecuación 7. Inventario de seguridad

$$SS = z\sigma_L$$

Donde:

SS = Inventario de seguridad.

2.7.3. Modelo de periodos fijos (P)

En un modelo o sistema que se maneje con periodos fijos el inventario se cuenta solo en determinados momentos puede ser cada semana o cada mes sin embargo es recomendable realizarlo de forma periódica. Los modelos de periodo fijo generan cantidades de pedidos intermitentes de un periodo a otro según su uso. (Chase & Jacobs, 2014)

Cuando se realiza una nueva orden esta se coloca al final de cada revisión y su tiempo en el intervalo de pedidos se fija en P. Por otro lado, la demanda es una variable aleatoria, de tal

manera la demanda total entre cada revisión es variada. En un sistema P el tamaño de lote Q puede variar de una orden a otra, pero el tiempo entre dichas ordenes se mantiene fijo. (Lee J. Krajewski, 2013)

Con un sistema P, algunas de las suposiciones del modelo Q se mantienen:

- No existen restricciones en el tamaño de lote.
- Los costos en los cuales se ponen énfasis son los costos de mantener y de ordenar.
- Las decisiones que se tomen para un SKU son independientes de las que se tome para un SKU diferente.
- Los tiempos de entrega son seguros y las provisiones conocidas. (Lee J. Krajewski, 2013, pág. 325)

2.7.4. Modelo de periodo fijo con inventario de seguridad.

En un modelo de periodo fijo con inventario de seguridad los pedidos se vuelven a realizar en el instante de la revisión (T), y el inventario de seguridad (SS), que sea necesario pedir, con estas explicaciones quedaría de la siguiente manera:

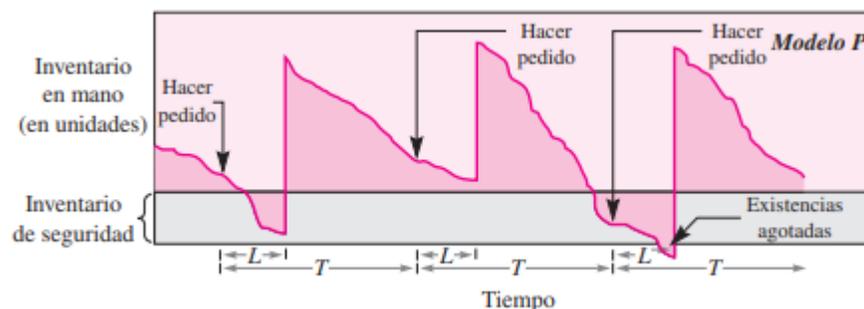


Ilustración 6. Modelo de periodo fijo.

Fuente: (Chase & Jacobs, 2014)

Ecuación 8. Modelo P inventario de seguridad

$$SS = z\sigma_{T+L}$$

En este caso las demandas tienen una distribución aleatoria alrededor de una media, entonces la cantidad por pedir q es:

Ecuación 9. Cantidad por pedir (modelo P)

$$q = \bar{d}(T + L) + z\sigma_{T+L} - I$$

Donde:

q = cantidad por pedir.

T = número de días entre revisiones.

L = tiempo de entrega en días.

\bar{d} = demanda diaria promedio (pronosticada)

z = número de desviaciones estándar para una probabilidad de nivel de servicio deseada, específica.

σ_{T+L} = desviación estándar de la demanda durante el periodo de revisión y entrega.

I = nivel de inventario actual (se incluyen artículos pedidos). (Chase & Jacobs, 2014, pág. 572)

2.8. MÉTODOS HEURÍSTICOS

El término heurístico hace referencia a una estrategia ya sea de una forma deliberada o no la cual se basa en realizar una estimación o una predicción. Los heurísticos se hacen cuando las

personas tratan información probabilística de tal manera que los puntos de inicio aparezcan alejados de los principios normativos del razonamiento estadístico. (Tversky & Kahneman, 1973)

2.8.1. Algoritmo de SILVER- MEAL

El algoritmo o bien conocido heurístico de Silver- Meal se utiliza para determinar un plan de producción o abastecimiento casi óptimo. Tiene como objetivo minimizar el costo promedio por periodo (costo de ordenar y de mantener por unidad de tiempo). El cálculo se obtendrá con la siguiente función: (Flores & Parra, 2012)

Ecuación 10. Algoritmo de Silver- Meal

$$K(m) = \frac{1}{m}(S + HD_2 + 2HD_3 + \dots \dots + (m - 1))HD_m$$

Donde:

K(m)= costo variable promedio por periodo.

S= costo por ordenar.

H= costo por mantener en inventario.

Dm= demanda por periodo.

Sin embargo, el procedimiento para la elaboración de dicho algoritmo es el siguiente:

Ecuación 11. costo total para el periodo 1 según el algoritmo de Silver- Meal.

$$CT_1 = S$$

$$CT_2 = (S + (D_2 * H * (T_2 - 1)))$$

$$CT_3 = (S + (D_3 * H * (T_3 - 1)))$$

$$CT_4 = (S + (D_4 * H * (T_4 - 1)))$$

$$CTUT_i = \frac{CT_i}{T_i}$$

Donde:

CT_1 = Costo total del periodo 1

CT_2 = Costo total periodo 2 (costo por ordenar en el periodo 1 + costo por mantener la demanda del periodo 2 durante un $(T-1=1)$ periodo de inventario.

$CTUT_i$ = costo total por unidad de tiempo.

T_i = periodo i

S = costo por ordenar

D_i = demanda del periodo i.

H = costo por mantener inventario.

2.8.2. Algoritmo de Wagner-Whitin

Al igual que el algoritmo de Silver- Meal este algoritmo tiene como objetivo reducir los costos de ordenar y de mantener inventario. Por este motivo el algoritmo da una solución de costo mínimo que lleva a una cantidad óptima para ordenar, esta optimización está basada en una programación dinámica y evalúa todas las maneras de ordenar para cubrir la demanda en cada periodo de tiempo. (Flores & Parra, 2012). Matemáticamente el algoritmo se puede expresar de la siguiente manera:

Ecuación 12. algoritmo de Wagner-Whitin

$$K_{ti} = S + H \left[\sum_{j=t+1}^i (j-t)D_j \right] \quad j \geq 1$$

$$t = 1, 2, \dots, n; l = t + 1, t + 2, \dots, n$$

$$K_t = \min_{t = 1, 2, \dots, l} \{K_{t-i} + K_{t,l}\}$$

Donde:

S= Costo por ordenar.

H = costo por mantener inventario

D_j= demanda para el periodo j.

K_i= costo mínimo del periodo i al periodo j con inventario cero.

2.8.3. Comparación entre métodos heurísticos.

El método de Silver Meal desarrollado en 1973, ha demostrado un nivel de funcionamiento satisfactorio sobre todo cuando la demanda en la serie temporal es variable, una de las funciones que brinda este algoritmo es el de definir la cantidad óptima de pedido por periodo de tiempo, esto se da siempre y cuando el costo total no se incremente. Este método selecciona la cantidad para el reaprovisamiento, reproduciendo una de las propiedades que posee el método EOQ cuando la demanda es homogénea en el tiempo. Por lo tanto, se puede decir que este método resuelve problemas que mediante el método EOQ no se pudieron solucionar. (PEREIRA, 2010)

Por otro lado, el método de Wagner Whitin desarrollado en 1953 consiste en una extensión natural al problema del tamaño económico de pedido donde al igual que el método silver meal la

demanda dentro del periodo de planificación presenta cierta variabilidad, pero se asume que la demanda es conocida. Este método no tiene un limitante de capacidad por ende se puede satisfacer la demanda en su totalidad mediante la acumulación de inventarios para periodos futuros. (Muñoz, 2009)

Una de las tantas semejanzas que tienen ambos métodos es que asumen un lead time o tiempo de entrega nulo.

2.9. COEFICIENTE DE VARIACIÓN

El coeficiente de variación en si es una medida de dispersión el cual nos permite un análisis de las desviaciones de los datos históricos con respecto a la media y al mismo tiempo las dispersiones que tienen los datos dispersos entre sí, por ende, es una muy buena herramienta de comparación el cual permite tomar decisiones estadísticas de cualquier situación. (Cruz S. J., 2020)

Ecuación 13. Coeficiente de variación.

$$CV = \frac{\text{desviación estándar}}{\text{media}}$$

Donde:

CV= coeficiente de variación

σ = desviación estándar poblacional.

s= desviación estándar muestral.

μ = media poblacional.

\bar{X} = media muestral.

2.10. CLASIFICACIÓN ABC

La clasificación ABC de inventarios es un método para desmembrar las referencias de productos que se encuentran en el almacén según su importancia en relación con las ventas y el costo de cada artículo, por ende, se segmenta en tres categorías (A, B, C) esto se lo hace basándose en el principio de Pareto de 80/20. Los artículos que están dentro del grupo A representan alrededor del 15% más alto de los artículos, en el grupo B el 35% siguiente y para los artículos dentro del grupo C representan aproximadamente el 50% esto es para conocer el nivel de rotación de cada producto y su importancia por ende es el motivo principal por el cual se realiza este análisis para diversificar los pedidos centrados en los artículos que componen el grupo A los cuales se podrían abastecer los primeras semanas, los del grupo B a la siguiente semana y los del grupo C entre cuatro a seis semanas. (Chase & Jacobs, 2014)

Los productos que se encuentran inmersos en el grupo A o son de clase A representan un 20% del total de productos más vendidos por ende resulta ser el 80% en valor monetario de la empresa, los de clase B constituyen el 30% del total, pero apenas el 15% en unidades monetarias y por último los productos que están dentro del grupo C son el 50% del total de la empresa, pero solo representan el 5% del valor monetario. (Render & Heizer, 2015)

Según (Baquero, 2016) la clasificación ABC se desarrolla en base a los datos históricos de los años posteriores, junto a los costos de cada producto.

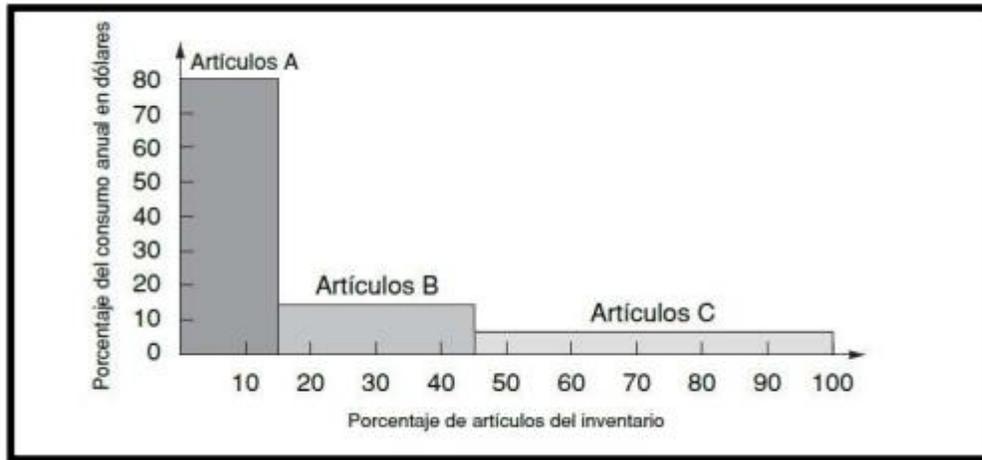


Ilustración 7. Clasificación ABC

Fuente: (Render & Heizer, 2015)

2.11. PRONÓSTICOS

Un pronóstico es una predicción de eventos futuros los cuales se utilizan con propósitos de planificación. El desafío de pronosticar demandas es una tarea algo complicada ya que la demanda de bienes y servicios en muchas ocasiones suelen variar de una manera considerable. El pronóstico de los niveles de demanda es fundamental ya que muestran los datos de entrada de planeación y control de las áreas de la empresa. Es decir, debemos conocer donde tendrá lugar el volumen de la demanda y en qué momento se lo realizará. También se tiene en cuenta el grado de variabilidad y su aleatoriedad. (Rueda, 2014)

2.12. MODELOS DE PRONÓSTICOS

2.12.1. Modelo autoregresivo integrado de promedio móvil (ARIMA)

El modelo ARIMA es un modelo estadístico para series temporales que tienen en cuenta la dependencia que pueda existir entre los datos ingresados. Este modelo permite describir un valor

como una función lineal tomando en cuenta datos históricos y errores al azar además de incluir un componente estacional. Su fin es encontrar patrones para una predicción para poder identificar un proceso ARIMA los datos deben ser estacionarios, es decir no se pueden presentar fluctuaciones de diferente amplitud. Para su validación es necesario comprobar si se ajusta o no de una forma adecuada a los datos observados fijándonos en varios análisis entre ellos: análisis de los parámetros estimados, análisis de los residuos, análisis de la bondad de ajuste y análisis de estabilidad. (Fernandez, 2012)

2.12.2. Algoritmo KNN

Es un algoritmo utilizado para clasificar nuevas muestras u observaciones o también utilizado para predecir. Es un método que busca de entre las observaciones que se está tratando de predecir y clasifica el punto de interés basado en la mayoría de los datos que la rodean. Es decir, calcula la distancia del elemento nuevo a cada uno de los ya existentes y las ordena de mayor a menor para poder seleccionar al grupo que pertenece, este grupo es el de mayor frecuencia con menores distancias. (APRENDE MACHINE LEARNING, 2018)

2.12.3. Series temporales

Los modelos de series temporales tratan de predecir el futuro con base en la información pasada, es decir a su base de datos histórica. Los modelos de pronóstico de series temporales se clasifican en:

MÉTODO DE PRONÓSTICO	MONTO DE DATOS HISTÓRICOS	PATRÓN DE LOS DATOS	HORIZONTE DE PRONÓSTICO
Promedio móvil simple	6 a 12 meses, a menudo se utilizan datos semanales	Los datos deben ser estacionarios (es decir, sin tendencia ni temporalidad)	Corto a mediano
Promedio móvil ponderado y suavización exponencial simple	Para empezar se necesitan de 5 a 10 observaciones	Los datos deben ser estacionarios	Corto
Suavización exponencial con tendencia	Para empezar se necesitan de 5 a 10 observaciones	Estacionarios y tendencias	Corto
Regresión lineal	De 10 a 20 observaciones; para la temporalidad, por lo menos 5 observaciones por temporada	Estacionarios, tendencias y temporalidad	Corto a mediano

Ilustración 8. Métodos de pronóstico de series temporales

Fuente: (Chase & Jacobs, 2014)

2.12.4. Modelo de Redes Neuronales.

Las redes neuronales son sistemas de enseñanza inspirados en el funcionamiento del cerebro humano, de esta manera se van simulando sistemas logrando establecer relaciones no lineales entre variables de entrada y salida. Su principal potencial es detectar no linealidades en series temporales por lo que han sido de gran utilidad en la predicción de datos históricos. (Villada Muñoz & García, 2016)

En un sistema con redes neuronales los nodos se conectan por medio de sinapsis lo cual determina el comportamiento de dicha red. Este sistema cuenta con capas de entrada quienes dependen de la información disponible para ser clasificada mientras que en las capas de salida se tiene un numero de nodos igual a la cantidad de variables de respuesta al medio exterior. (Villada Muñoz & García, 2016)

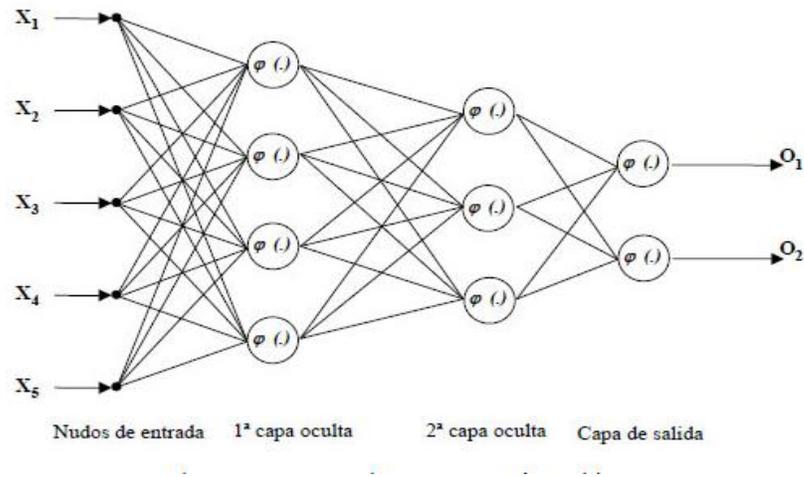


Ilustración 9. Estructura de una red neuronal.

Fuente: (Villada Muñoz & García, 2016)

Las redes neuronales han sido utilizadas exitosamente en muchos tipos de problemas de predicción esto gracias a que son capaces de modelar y predecir series de tiempo lineales y no lineales con un alto grado de precisión por otro lado no requiere conocimiento previo del problema que se esté modelando. (Escobar, Valdes & Zapata, 2017)

Para la solución de un problema de predicción por redes neuronales se realiza de acuerdo con las siguientes etapas:

Búsqueda de las variables de entrada: En esta etapa se busca identificar los retrasos de la serie de tiempo los cuales serán considerados como variables de entrada dentro de la red.

Preparación de los datos: El objetivo de esta etapa es realizar el escalamiento de los datos que consiste en la normalización de estos en el intervalo (0,1).

Creación de la red: Determinar cada elemento que compone la arquitectura de la red.

Entrenamiento: En esta etapa se define el algoritmo de entrenamiento y los parámetros que lo componen para poder ajustar sus datos mediante la minimización de los errores.

Validación: Aquí se valida el proceso de aprendizaje de la red, se coloca frente a la red un conjunto de datos y se obtienen los valores de la predicción del siguiente periodo.

Cálculo de los factores de comparación: Consiste en el cálculo de los factores que serán utilizados para el análisis de los resultados al comparar los distintos modelos de redes neuronales obtenidos y poder elegir la más efectiva en la predicción, lo cual se lo realizará tomando en cuenta los errores que nos da el modelo. (Escobar. Valdes & Zapata, 2017)

2.13. ERRORES DEL PRONÓSTICO

Según (Chase & Jacobs, 2014) el término error hace referencia a la diferencia entre el valor de pronóstico y lo que pudo ocurrir realmente. En términos estadísticos los errores se conocen como residuales. Dicha demanda se genera mediante la interacción de diferentes factores. Al realizar un análisis de los errores de pronóstico es útil distinguir entre las fuentes de error y la medición de errores.

Entre las medidas de error tenemos los siguientes:

2.13.1. Desviación absoluta media (MAD)

El MAD es el error promedio en los pronósticos por medio de valores absolutos, mide la dispersión de un valor observado en relación con un valor esperado. Entonces el MAD se calcula con la diferencia entre la demanda real y la demanda pronosticada sin importar el signo, por ende,

es igual a la sumatoria de las desviaciones absolutas dividida entre el número de puntos de datos.
(Chase & Jacobs, 2014)

Ecuación 14. Desviación absoluta media

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |A_t - F_t|}{n}$$

Donde:

t= número del periodo.

A= demanda real del periodo.

F= demanda pronosticada para el periodo.

n= número total de periodos.

2.13.2. Error porcentual absoluto medio (MAPE)

Este error determina la medida con respecto al promedio de la demanda, se basa en una estimación de cuánto error se espera con un pronóstico. Proporciona una indicación de que tan grandes son los errores de pronóstico comparados con los valores reales. (Chase & Jacobs, 2014, pág. 504)

Ecuación 15. Error porcentual absoluto medio

$$MAPE = \frac{MAD}{\text{promedio de demanda}}$$

2.13.3. Error medio cuadrático (MSE)

Según (Lee J. Krajewski, 2013) este error es una medida de dispersión de los errores de pronóstico, cada error se eleva al cuadrado, después se suman y se dividen entre el número de observaciones, de esta manera son penalizados los errores mayores cuya ecuación se resume en la siguiente:

Ecuación 16. Error medio cuadrático

$$MSE = \frac{\sum \text{Error de pronósticos}^2}{n}$$

2.13.4. Raíz Cuadrada de error cuadrático medio (RMSE)

Al igual que el MSE estos errores sancionan los errores mayores pero la diferencia radica en que este posee la misma unidad de medida de la serie original por lo tanto se lo puede interpretar con mayor facilidad.

Ecuación 17. Raíz cuadrada del error cuadrático medio

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (A_t - F_t)^2}{n}}$$

2.13.5. Criterio de información Bayesiano (BIC)

Este es un criterio de evaluación de modelos tomando en cuenta las probabilidades que puedan ocurrir, este criterio es muy utilizado para la selección del mejor modelo. Se basa en una función logarítmica, el BIC balancea premiando la bondad de ajuste y penalizando la complejidad del modelo. Su objetivo es calcular una medida que pueda indicar que tan próximos están los modelos alternativos al verdadero modelo generador de datos, así se seleccionará el óptimo que debe ser cuyo valor de criterio sea más pequeño. Se mide por la media del error cuadrado y penaliza la complejidad, es decir, el número de parámetros.

En sí el BIC está esquematizado en la siguiente función:

Ecuación 18. Criterio de información Bayesiano.

$$BIC = -2 \log \bar{L} + p \log n$$

Donde:

n= el número de datos.

p= número de parámetros libres. Si el modelo es lineal, p es el número de periodos regresores o penalizados.

\bar{L} = máximo valor de la función de similitud del modelo M.

CAPÍTULO III

3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

En el siguiente capítulo se realizará la descripción de la situación actual de la empresa con énfasis en su plan de abastecimiento existente.

La información se obtuvo mediante entrevistas con el gerente general y los trabajadores de las áreas de bodega y ventas.

3.1. EMPRESA RADIOCAR TECNOLOGÍA S.A.

3.1.1. *Datos generales de la empresa.*

- **Razón Social:** RADIOCAR TECNOLOGÍA SOCIEDAD ANÓNIMA.
- **Categoría:** Sector Comercial.
- **Gerente General:** Ing. Jorge Lara
- **Dirección Matriz:** Las Bugambillas, Quito 170138, Avenida Gral. Eloy Alfaro, N46-93, Quito, Pichincha, Ecuador.
- **Teléfono:** 0996148805

3.1.2. *Descripción de la empresa.*

Radiocar Tecnología Sociedad Anónima nace hace siete años de la idea y emprendimiento del Ingeniero Jorge Lara debido a su amplio conocimiento y experiencia en el campo automovilístico al igual del conocimiento adicional de su señor padre amante de los automóviles, al momento cuenta con un total de 11 trabajadores incluido el gerente, 5 de ellos en el área de distribución y ventas, 3 en el departamento técnico y 2 en bodega.

La empresa Radiocar Tecnología Sociedad Anónima es una empresa dedicada a la comercialización e instalación de repuestos automovilísticos y autopartes lo cual incluye radios personalizados para automotores, mandos originales, neblineros, carcasas, pantallas, estribos, repuestos de airbag, sensores retro, equipos Tesla y varios artículos más.

El mercado al cual está orientado en la actualidad es nacional ya que el crecimiento ha sido grande, tanto que se han realizado entregas e instalaciones de los artículos a todas las provincias del país, esto gracias al amplio conocimiento de los trabajadores de la empresa y la afinidad para llegar a tener la lealtad de los clientes, por ende, aumento en las utilidades.

3.1.3. MISIÓN

Somos una empresa formada por once personas naturales especializados en la importación y comercialización de autopartes, radio-pantallas originales y todo en tecnología vehicular brindando el mejor servicio de venta y post venta para lograr la total satisfacción de nuestros clientes.

3.1.4. VISIÓN

En diez años ser la mejor empresa importadora y comercializadora de autopartes en el país, al igual que ser un referente en la mente del consumidor y convertirnos en líderes del mercado de autopartes y tecnología vehicular alcanzando altos estándares de calidad y servicio.

3.1.5. Valores institucionales.

Respeto: El respeto genera en los individuos un sentimiento de cordialidad y aceptación lo que conlleva a incrementar el nivel de compromiso laboral.

Comunicación: La comunicación debe ser transparente y honesta con todos los departamentos, clientes y proveedores. De esta manera se fortalece la confiabilidad con las partes interesadas y se logra reducir las confusiones y errores.

Evaluación autocrítica: Dedicar tiempo para autoevaluar las fortalezas, debilidades, mejoras y retrocesos ocurridos tanto en general en la empresa, así como con los trabajadores y proveedores directos. Esto se verá reflejado en la mejora e incremento del nivel de servicio.

Responsabilidad: La responsabilidad es fundamental para el desarrollo de la empresa ya que engloba puntualidad, integridad, honestidad y cumplimiento de labores de parte de todos quienes conformamos esta empresa.

Constancia y disciplina: Se pretende realizar cada trabajo con un nivel de calidad muy alto así mismo con el nivel de exigencia, se fomenta el trabajo comprometido y el compromiso de superar obstáculos que se presenten a lo largo del camino.

Proactividad: Tener una actitud positiva y con ganas de crecer como persona y hacer crecer a la empresa mediante iniciativas propias encaminadas al desarrollo tanto personal como laboral.

3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La matriz general de Radiocar Tecnología S.A se encuentra localizada en la ciudad de Quito, Avenida General Eloy Alfaro.



Ilustración 10. Ubicación Radiocar Tecnología S.A.

Fuente: Google Maps

3.3. ANÁLISIS DEL AMBIENTE INTERNO.

3.3.1. Estructura Organizacional.

En la empresa en la actualidad existen 11 empleados que se hallan distribuidos en las diferentes áreas en la figura 11 se muestra el organigrama estructural de la empresa el cual se detalla a continuación:

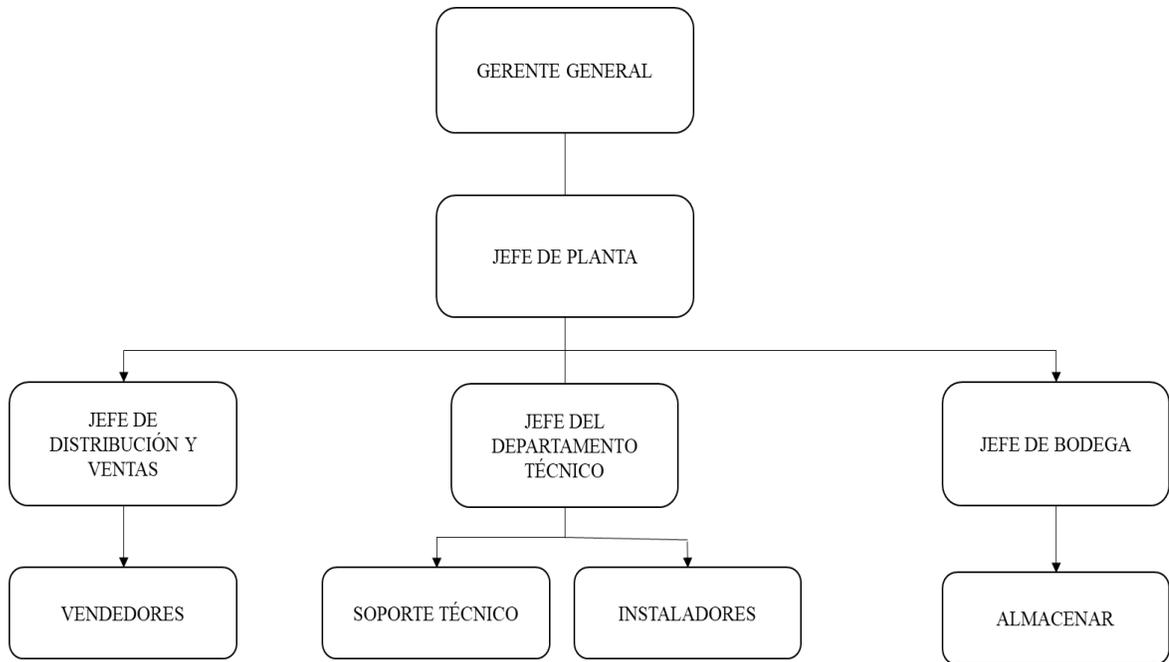


Ilustración 11. Organigrama Estructural de la empresa Radiocar Tecnología S.A.

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Análisis FODA

Según la información que se pudo recolectar de la empresa se realizó un análisis FODA para conocer las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que puede presentar la empresa Radiocar Tecnología S.A. Este será útil para desarrollar el diseño del plan de abastecimiento que tome en consideración los diferentes factores tanto internos como externos.

A continuación, se presenta el análisis FODA realizada a la empresa Radiocar Tecnología S.A.:

Tabla 1. Análisis FODA

Fortalezas	Debilidades
1. Productos originales y alternativos (adaptables)	1. No posee registros específicos de demanda real
2. Soporte técnico con amplio conocimiento.	2. Ausencia de un departamento de planificación de abastecimiento.
3. Proveedores confiables con representación de marcas reconocidas.	3. Ausencia de un sistema para pronosticar la demanda futura.
4. Búsqueda continua de nuevas tecnologías para los detalles de instalación	4. Retrasos en las entregas
5. Alta demanda de los productos	5. Desabastecimiento de productos de alta y media rotación.
6. Mercado en todas las regiones del país	6. Ausencia de un programa de capacitación del personal.
7. Alianza con marcas exclusivas.	7. Falta de un departamento de recursos humanos
Oportunidades	Amenazas
1. Aumento en la capacidad de negociación con los proveedores	1. Nuevos competidores por la accesibilidad al mercado.
2. Cuenta con dos puntos esenciales de instalación (Quito e Ibarra)	2. Incumplimiento del servicio de los transportadores de la mercadería
3. Personalización de los productos.	3. Retrasos en los centros de acopio de los productos importados
4. Oferta de infraestructura especializada para la instalación de los diferentes productos	4. Escenario socio económico con alta inflación
5. Consolidar operaciones en la capital del país.	5. Aumento de precios en el transporte de la mercadería.
6. Auge en las redes sociales para promocionar los productos.	6. Constantes auditorías en los entes de control aduanero.
7. Mejorar el nivel de servicio para clientes internos y externos.	7. Tendencia al ahorro y a comprar artículos de primera necesidad por parte de los clientes, gracias a la crisis financiera que atraviesa el país.

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Clientes

La empresa cuenta con dos clases de clientes por un lado tiene ventas directas a varias concesionarias de la ciudad de Quito y del país, donde su precio fluctúa dependiendo de varios aspectos como ubicación y alcance sin embargo son entregados a precios por mayor esto gracias a que la empresa forma parte del Grupo Proterx, empresa dedicada a la importación de accesorios,

repuestos para vehículos, impresora e insumos 3D entre otras áreas. El grupo Proterx posee diversos campos de acción distribuidas en diversas marcas como lo es Hi Asia, Domoy, Radiocar, Radio Tecnología, entre otras.

Así mismo el mercado en el que se maneja la empresa está enfocado en el cliente final es decir el consumidor final, por este motivo la empresa comercializa los artículos a todas partes del país mediante el servicio de entregas por encomiendas, servientrega o mediante la empresa de envíos tramaco, con la finalidad de satisfacer las necesidades del cliente y ofreciéndoles un servicio de instalación en la puerta de su casa o trabajo.

A continuación, se puede observar la frecuencia de envío que tuvo la empresa en el 2020 a las ciudades que tienen mayor demanda.

Tabla 2. Frecuencia de envío de productos

<i>DESTINO</i>	<i>frecuencia</i>	<i>%</i>
<i>GUAYAQUIL</i>	158	28.47%
<i>CUENCA</i>	52	9.37%
<i>MANTA</i>	47	8.47%
<i>LOJA</i>	38	6.85%
<i>SANTO DOMINGO</i>	35	6.31%
<i>QUEVEDO</i>	31	5.59%
<i>PORTOVIEJO</i>	25	4.50%
<i>ESMERALDAS</i>	20	3.60%
<i>AMBATO</i>	20	3.60%
<i>RIOBAMBA</i>	16	2.88%

Fuente: Elaboración propia

3.3.4. PROVEEDORES

Con el fin de garantizar un producto de calidad y 100% original a los clientes, Radiocar Tecnología S.A. trabaja con proveedores internacionales, todos los productos que se comercializa

son transportados desde el exterior, esto ha hecho que los clientes estén convencidos del producto que adquieren ya que las pantallas, estribos y demás artículos que comercializa son originales.

Radiocar Tecnología S.A. tiene dos proveedores en dos diferentes países de los cuales un 85% de los productos son abastecidos de un solo proveedor y un 15% del proveedor número 2.

Estos proveedores han sido evaluados constantemente bajo diversas políticas y parámetros de calidad impuestos por la empresa para asegurar el mejor beneficio para la misma.

A continuación, vemos el porcentaje de confiabilidad que tiene la empresa con respecto a cada proveedor enfocados en los fallos que tuvieron los artículos en los últimos dos contenedores o últimos dos pedidos realizados, además del porcentaje de productos que importa del mismo.

Tabla 3. Confiabilidad de proveedores

ARTÍCULO	PROVEEDOR 1	FALLAS	PROVEEDOR 2	FALLAS	CONFIABILIDAD PROVEEDOR 1	CONFIABILIDAD PROVEEDOR 2
SKU_1	180	5	30	2	97.22%	93.33%
SKU_2	500	10	100	5	98.00%	95.00%
SKU_3	350	6	100	6	98.29%	94.00%
SKU_4	100	5	30	3	95.00%	90.00%
SKU_5	60	2	30	2	96.67%	93.33%
SKU_6	430	10	120	4	97.67%	96.67%
SKU_7	700	8	120	4	98.86%	96.67%
SKU_8	300	5	120	5	98.33%	95.83%
SKU_9	370	5	120	4	98.65%	96.67%
SKU_10	80	3	50	2	96.25%	96.00%
SKU_11	150	5	80	3	96.67%	96.25%
SKU_12	120	5	60	2	95.83%	96.67%
SKU_13	500	6	100	4	98.80%	96.00%
SKU_14	125	3	75	4	97.60%	94.67%
SKU_15	600	8	200	5	98.67%	97.50%
SKU_16	100	4	50	3	96.00%	94.00%
SKU_17	300	7	100	6	97.67%	94.00%
SKU_18	120	4	80	5	96.67%	93.75%
	100%				97.38%	95.02%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Proveedores-Productos

PROVEEDORES	% PRODUCTOS
PROVEEDOR 1	85%
PROVEEDOR 2	15%

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera se pudo conocer por parte del Gerente de la empresa el tiempo de entrega o lead time desde que sale del país de destino pasando por sus diferentes puertos, hasta llegar a su bodega en la matriz principal en la ciudad de Quito.

Tabla 5. Lead time total

PROVEEDORES	LEAD TIME (DÍAS)		
	Guayaquil	Guayaquil-Quito	Quito-Bodega
PROVEEDOR 1	35	4	1
PROVEEDOR 2	45	4	1

Fuente: Elaboración propia.

3.3.5. Proceso de Abastecimiento.

Este proceso de abastecimiento comienza con la planificación del mismo, esta planificación está liderada por el departamento de planificación la cual esté liderada por el Gerente de la empresa y el jefe de planta, dicha planificación comienza con la selección de las cantidades y artículos a pedir, el método que utilizan es el método de percepción del consumidor el cual trata de la imagen inconsciente que crea un cliente sobre un producto, servicio o marca, esto se basa en estímulos o sensaciones relacionados al mercado de la empresa, sin embargo para crear esta percepción el Gerente necesito aplicar varias estrategias durante los años de vida de la empresa las cuales están enfocadas directamente a la experiencia del consumidor.

Los factores que influyen en este método de percepción que utiliza el Gerente de la empresa son: experiencia personal, influenciadores (recomendaciones) y comentarios del cliente.

De igual manera cabe recalcar que este método de percepción que esta implementado en la empresa ha logrado mantener a flote y con un capital más que aceptable por parte de la empresa.

El objetivo principal de la empresa y del área de planificación y bodega es proporcionar los productos requeridos al área de ventas para su comercialización y atención de las necesidades de los clientes en todas las ciudades del país. Para poder cumplir con este objetivo, el departamento liderado por el Gerente General inicia sus actividades para la importación de los contenedores de mercancía desde los proveedores del exterior como se explica a continuación:

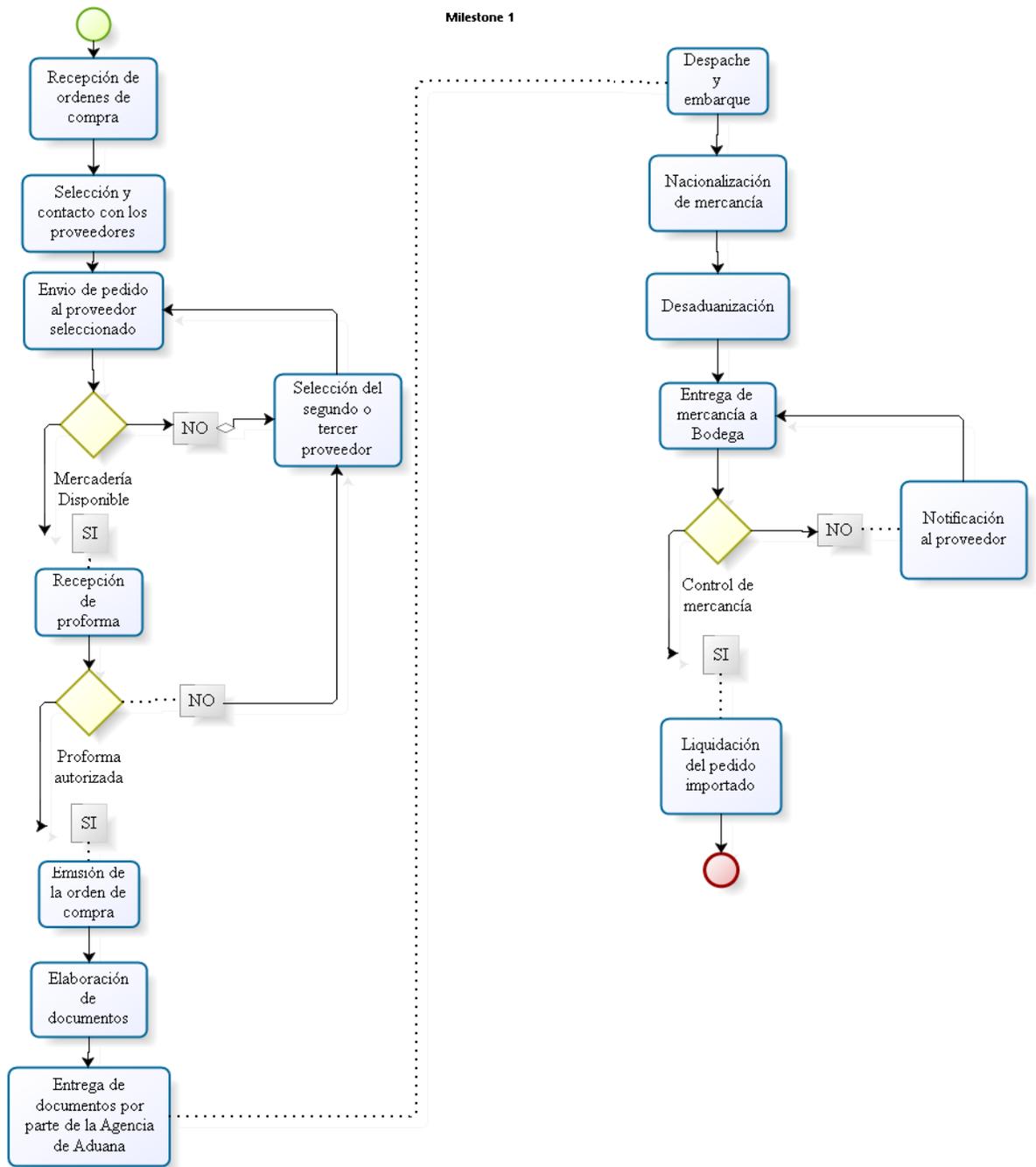


Ilustración 12. Diagrama proceso de importaciones.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se explica el flujograma presentado del proceso de importaciones:

- El jefe de planta recibe la orden de compra al exterior con su respectiva autorización y firmada por el Gerente General.
- Este contacta a los proveedores que tiene en su sistema de abastecimiento.
- Envía la nota de pedido al proveedor seleccionado.
- Se recibe la confirmación de disponibilidad de mercancía con su respectiva proforma.
- Se aprueba la proforma, y se envía la orden de compra definitiva.
- Preparación de documentos requeridos para la importación de este tipo de mercancía.
- Entrega de la documentación al Agente de Aduana ya conocido por la empresa.
- Se coordina el despacho y embarque de la mercancía.
- La mercancía llega al país y es nacionalizada, desaduanizada y entregada en las bodegas de Radiocar Tecnología S.A. (dos bodegas en la ciudad de Quito).
- Se realiza el control de mercancía de existir imperfecciones en alguna pieza se notifica al seguro, caso contrario se contabiliza y pasa hacer almacenada.
- Después de ser recibida y realizado su respectivo control se procede con la liquidación de la importación.

En cuanto a tiempos de entrega del producto desde que se realiza la orden de compra hasta que llega a bodega con respecto al Proveedor 1 que tiene el 70% de las importaciones que realiza Radiocar Tecnología S.A. es de 30 días en contenedor vía marítima con escala en la ciudad de Guayaquil. Del mismo Proveedor 1 contenedor vía aérea tiene un tiempo de entrega de 15 días directamente a la ciudad de Quito. En ambos casos tiene un tiempo de reparación de 15 días.

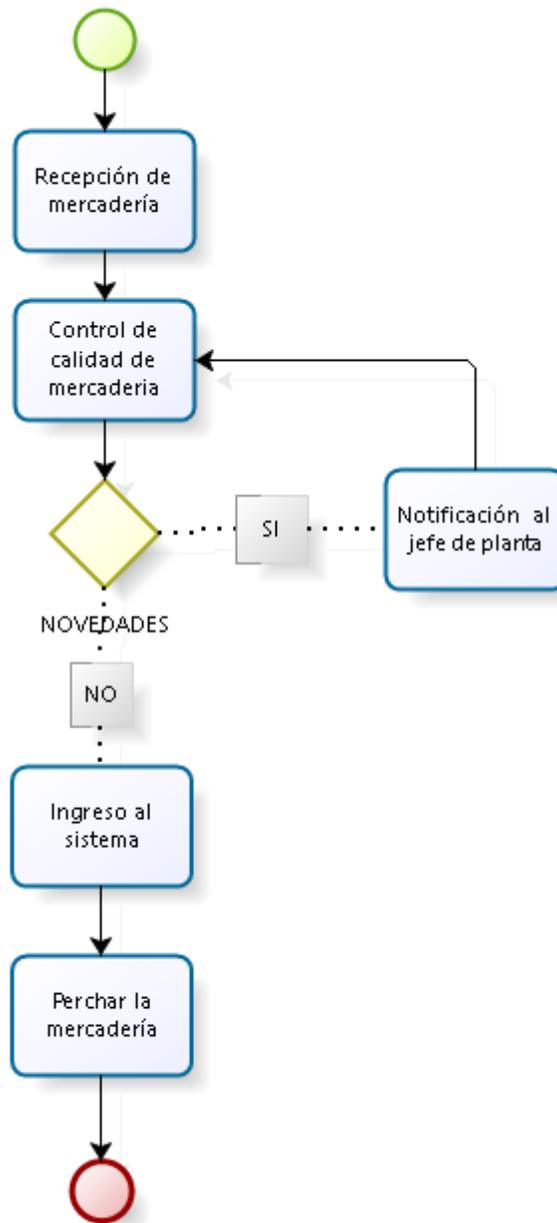


Ilustración 13. Diagrama de proceso de almacenamiento

Fuente: Elaboración propia

El diagrama del proceso de almacenamiento se describe de la siguiente manera:

- Una vez que la mercadería sea receptada por el personal de bodega (Quito) se procede con la revisión de los productos percatándonos de su estado y cantidad fijados en la factura.

- Si la mercadería tiene inconsistencia en calidad o cantidad se notifica al jefe de planta quien con el Gerente General solucionan el problema con el proveedor seleccionado.
- Ya que no se tiene una respectiva codificación se procede al ingreso de la mercadería a una hoja de Excel.
- Una vez ingresado al sistema se lleva la mercadería a perchas dentro de bodega para ser tomadas si son requeridas por el área de ventas.

3.4. ANÁLISIS DE INVENTARIO

3.4.1. Índice de rotación.

El índice de rotación nos permite identificar cuantas veces se renueva el inventario o sale de bodega para así poder determinar la eficiencia en el uso del capital. Entre más alto sea el índice de rotación mejor para la empresa ya que esto quiere decir que el producto permanece menos tiempo en almacén por lo tanto el costo de mantenimiento se reducirá, sin embargo, un alto índice de rotación también puede significar que la empresa no es capaz de solventar la demanda requerida.

Tabla 6. Índice de Rotación

PRODUCTOS	Costos de ventas	Total de inventario	Inventario Promedio	Índice de rotación	Índice de rotación en días
SKU_1	\$ 26,200	\$ 10,000	\$ 833.33	31.44	12
SKU_2	\$ 82,980	\$ 27,000	\$ 2,250.00	36.88	10
SKU_3	\$ 72,010	\$ 34,200	\$ 2,850.00	25.27	14
SKU_4	\$ 48,750	\$ 13,750	\$ 1,145.83	42.55	9
SKU_5	\$ 60,615	\$ 22,450	\$ 1,870.83	32.40	11
SKU_6	\$ 79,040	\$ 26,000	\$ 2,166.67	36.48	10
SKU_7	\$ 64,720	\$ 19,200	\$ 1,600.00	40.45	9
SKU_8	\$ 42,818	\$ 19,750	\$ 1,645.83	26.02	14
SKU_9	\$ 5,320	\$ 2,100	\$ 175.00	30.40	12
SKU_10	\$ 33,600	\$ 10,200	\$ 850.00	39.53	9
SKU_11	\$ 9,330	\$ 2,850	\$ 237.50	39.28	9

SKU_12	\$	29,040	\$	11,040	\$	920.00	31.57	12
SKU_13	\$	30,300	\$	11,000	\$	916.67	33.05	11
SKU_14	\$	39,390	\$	13,000	\$	1,083.33	36.36	10
SKU_15	\$	10,650	\$	4,000	\$	333.33	31.95	11
SKU_16	\$	22,015	\$	8,500	\$	708.33	31.08	12
SKU_17	\$	40,080	\$	12,000	\$	1,000.00	40.08	9
SKU_18	\$	1,926	\$	900	\$	75.00	25.68	14

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. Costos asociados al inventario

Los inventarios de producto terminado de la empresa Radiocar Tecnología S.A. incurre en determinados costos: costos de adquisición, costos por ordenar, costos por mantener. A continuación, se muestra la lista de los costos de cada producto como también los anteriormente mencionados:

Tabla 7. Costos Asociados A Inventario

DENOMINACIÓN	PRECIO UNITARIO	COSTO POR MANTENER	COSTO POR ORDENAR	COSTOS DE ADQUISICIÓN
SKU_1	\$ 100	\$ 1.12	\$ 180.00	\$ 56.00
SKU_2	\$ 180	\$ 1.18	\$ 180.00	\$ 59.00
SKU_3	\$ 190	\$ 1.24	\$ 180.00	\$ 62.00
SKU_4	\$ 250	\$ 2.40	\$ 250.00	\$ 120.00
SKU_5	\$ 449	\$ 7.00	\$ 275.00	\$ 350.00
SKU_6	\$ 130	\$ 1.00	\$ 180.00	\$ 50.00
SKU_7	\$ 80	\$ 0.70	\$ 160.00	\$ 35.00
SKU_8	\$ 79	\$ 0.60	\$ 160.00	\$ 30.00
SKU_9	\$ 10	\$ 0.06	\$ 130.00	\$ 3.00
SKU_10	\$ 120	\$ 0.14	\$ 120.00	\$ 7.00
SKU_11	\$ 30	\$ 0.22	\$ 100.00	\$ 11.00
SKU_12	\$ 120	\$ 0.64	\$ 160.00	\$ 32.00
SKU_13	\$ 50	\$ 0.30	\$ 100.00	\$ 15.00
SKU_14	\$ 130	\$ 1.52	\$ 150.00	\$ 76.00
SKU_15	\$ 10	\$ 0.05	\$ 100.00	\$ 2.30
SKU_16	\$ 85	\$ 0.64	\$ 150.00	\$ 32.00
SKU_17	\$ 60	\$ 0.50	\$ 150.00	\$ 25.00
SKU_18	\$ 6	\$ 0.02	\$ 100.00	\$ 1.00

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera se pudo obtener de parte de la empresa los costos reales con respecto a mantener inventario y costos de ordenar tomando en cuenta que la empresa pide 4 veces al año al proveedor 1 y 2 veces al proveedor 2.

Tabla 8. Costos Actuales Totales

PROVEEDORES	COSTO REAL ACTUAL
PROVEEDOR 1	\$ 16,549.00
PROVEEDOR 2	\$ 8,805.15
TOTAL	\$ 25,354.15

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. Clasificación ABC

En la actualidad la empresa importa y comercializa 18 productos, los cuales serán tomados en cuenta en su totalidad para el desarrollo de este proyecto, por ende, la base de datos histórica tiene información desde el mes de mayo del 2018 hasta abril del 2021.

Mediante la realización de la clasificación ABC y bien llamado Pareto se logrará priorizar los productos de mayor rotación es decir los productos más importantes económicamente para la empresa, para su desarrollo se empezó con la recolección de datos de demanda como lo especifican los autores: (Render & Heizer, 2015) Estos detallan los pasos por medio de esta metodología que se mostrará a continuación:

En una hoja de Excel se especifica el producto en este caso tiene una denominación SKU y en columna las fechas de cada demanda histórica de cada producto, en este caso de tres años.

1. Para la clasificación ABC se elabora una tabla donde se fija en columnas la denominación del producto, la cantidad y precio unitario.

2. En la columna siguiente se multiplica la cantidad por el precio unitario teniendo como resultado las ventas totales (\$) de cada artículo.
3. Posteriormente se procede a ordenar el total de ventas de los últimos tres años en forma descendente, es decir de mayor a menor, y se suma a final de la columna.
4. Después se calcula el porcentaje total donde se divide el total de ventas (\$) de cada producto para el total de ventas totales de todos los productos en porcentaje %
5. Luego se calcula el porcentaje acumulado lo cual se realiza dividiendo el total de ventas del primer artículo para el total de ventas totales, para el artículo dos se procede a la sumatoria del total de ventas (\$) del primer artículo + el total de ventas del segundo artículo dividido para el total de ventas de todos los artículos y así secuencialmente hasta el último producto donde se tendrá un porcentaje acumulado del 100%.
6. Y por último se procede a realizar el gráfico con la información ya desarrollada.

A continuación, se observa el desarrollo de la clasificación ABC.

Tabla 9. Clasificación ABC Radiocar Tecnología S.A.

PRODUCTOS	VOLUMEN DE VENTAS	COSTO UNITARIO	TOTAL VENTAS	PORCENTAJE TOTAL	PORCENTAJE ACUMULADO	CLASIFICACIÓN
SKU_2	1644	180	\$ 295,920.00	12.88%	12.88%	A
SKU_6	2039	130	\$ 265,070.00	11.54%	24.43%	A
SKU_3	1272	190	\$ 241,680.00	10.52%	34.95%	A
SKU_7	2792	80	\$ 223,360.00	9.72%	44.67%	A
SKU_5	461	449	\$ 206,989.00	9.01%	53.68%	A
SKU_4	650	250	\$ 162,500.00	7.08%	60.76%	A
SKU_8	1699	79	\$ 134,221.00	5.84%	66.60%	A
SKU_17	2076	60	\$ 124,560.00	5.42%	72.03%	A
SKU_14	915	130	\$ 118,950.00	5.18%	77.21%	A
SKU_13	2115	50	\$ 105,750.00	4.60%	81.81%	B
SKU_12	723	120	\$ 86,760.00	3.78%	85.59%	B
SKU_10	724	120	\$ 86,880.00	3.78%	89.37%	B
SKU_1	864	100	\$ 86,400.00	3.76%	93.13%	B

SKU_16	861	85	\$ 73,185.00	3.19%	96.32%	C
SKU_15	3383	10	\$ 33,830.00	1.47%	97.79%	C
SKU_11	937	30	\$ 28,110.00	1.22%	99.02%	C
SKU_9	1656	10	\$ 16,560.00	0.72%	99.74%	C
SKU_18	1008	6	\$ 6,048.00	0.26%	100.00%	C

Fuente: Elaboración propia.

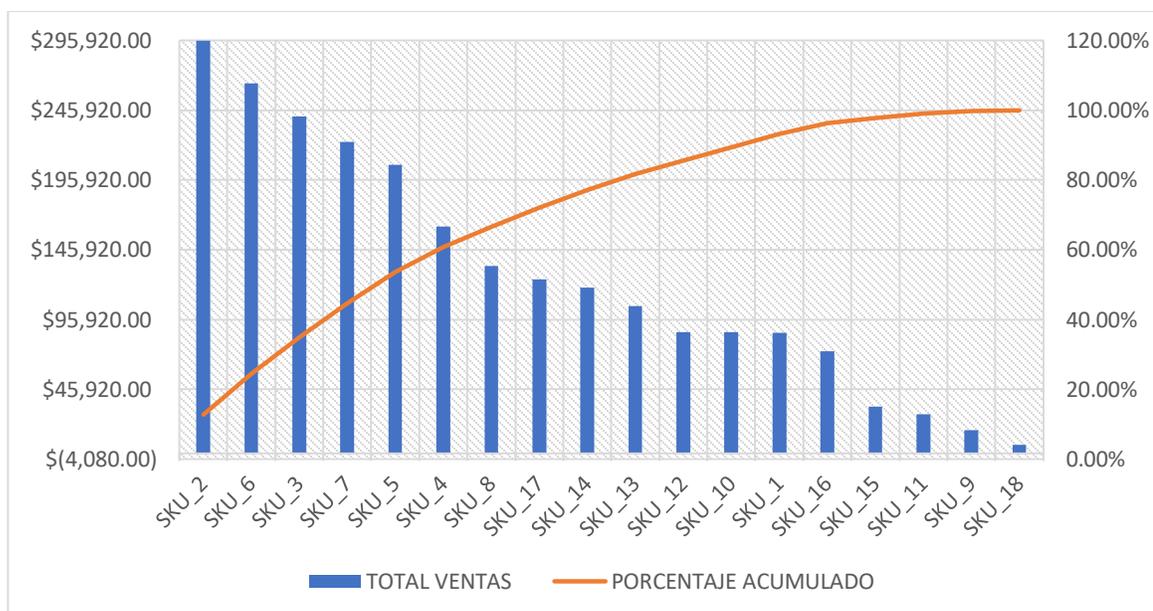


Ilustración 14. Gráfico Clasificación ABC

Fuente: Elaboración propia

En los resultados de la clasificación ABC se puede visualizar que 9 productos de la empresa son de clase A, es decir ocupan un 80% de las ventas totales de la empresa, 4 artículos están en la zona B con un 15% de ventas totales y 5 artículos en zona C con tan solo un 5% de las ventas totales.

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO DEL PLAN DE ABASTECIMIENTO.

El desarrollo de este diseño de un plan de abastecimiento inicia con la clasificación, análisis y validación de los datos históricos, para el proceso de clasificación se seleccionó datos de demanda de los últimos tres años, como se observa en el **ANEXO I**, datos que fueron analizados e insertados en la base de datos, ya completa la base de datos se procedió a su validación lo cual se realizó junto con el Gerente y el Jefe de planta de la empresa, de igual manera se corrigió los datos que tengan inconsistencias.

El análisis de la base de datos es un paso muy importante para el plan de abastecimiento ya que de ahí partiremos para el desarrollo de este mediante las metodologías en las cuales se sustentará el estudio.

Una vez analizada la base de datos se tuvo una validación del 100% de los productos, es decir realizaremos el plan de abastecimiento para todos los artículos que comercializa la empresa ya que todos ellos presentan una demanda considerable para la misma.

4.1. ANÁLISIS DE ESTACIONALIDAD.

Una vez analizada y validada la base de datos se procede al análisis de estacionalidad de la serie de tiempo en el software RStudio para que este analice y de los resultados de estacionalidad el cual nos sirva para conocer patrones de conducta en las series históricas que pueden ser clasificados en periodos de tiempo y que muestran la evolución de algún aspecto económico, como la demanda y su fluctuación mes a mes y artículo por artículo, como se muestra en el **ANEXO II**.

El procedimiento para realizar el análisis de cada artículo y serie de tiempo en el software R fue el siguiente:

1. Se elabora un nuevo proyecto en el software, mediante este se forma una carpeta donde se copia el Excel con la base de datos ya sea en formato Excel o en mi caso en formato CSV (delimitado por comas).
2. Se crea un R SCRIPT el cual se lo guarda en la misma carpeta antes elaborada. En este script se copia el código que nos da el CRAN o la base de datos del software.
3. Se introduce la base de datos histórica de demanda en uno de los apartados del código.
4. Se modifica el año y el mes en el cual comienza nuestra base de datos es decir mayo del 2018.
5. Se introduce el nombre del artículo (SKU_1).
6. Se pincha en la pestaña RUN, el software analiza los datos introducidos y mediante la prueba de dickey- fuller nos da un resultado de p-value el cual nos expresa su estacionalidad o no.
7. Y así se va introduciendo para cada artículo de la base de datos.

La prueba de estacionalidad Dickey-Fuller busca la existencia de datos atípicos o de raíces unitarias (datos únicos) dentro de la serie de tiempo. Los valores críticos para estimar esta serie como estacional están en un rango de 1% a 5%. Su modelo matemático es el siguiente:

Ecuación 19. Modelo Matemático Prueba Dickey-Fuller

$$y_t = py_{t-1} + u_t$$

Donde:

y_t = Variable de interés

t = Índice de tiempo

p = Coeficiente

u_t = Término de error.

Tabla 10. Resultados estacionalidad de la serie de tiempo

ARTÍCULO	P- VALUE	ESTACIONALIDAD PRUEBA DICKEY- FULLER
SKU_1	0.5491	NO
SKU_2	0.4063	NO
SKU_3	0.5365	NO
SKU_4	0.4885	NO
SKU_5	0.1114	NO
SKU_6	0.4461	NO
SKU_7	0.5661	NO
SKU_8	0.2759	NO
SKU_9	0.4659	NO
SKU_10	0.7432	NO
SKU_11	0.5488	NO
SKU_12	0.1116	NO
SKU_13	0.4418	NO
SKU_14	0.3893	NO
SKU_15	0.3865	NO
SKU_16	0.2935	NO
SKU_17	0.1109	NO
SKU_18	0.0435	SI

Fuente: Elaboración propia

El análisis de estacionalidad de la base de datos histórica mediante la prueba dickey- fuller dio como resultado que los datos históricos de 17 artículos superan el 5% del p-valor el cual nos muestra que tan inusuales son los datos analizados en la serie de tiempo, por lo tanto, estos 17 artículos no caen en el rango de estacionalidad esto se da por la forma de manejo de la empresa es decir la empresa realiza ofertas y promociones con la mayoría de los artículos que oferta, los

artículos con mayor variación son aquellos de mayor rotación en diferentes meses del año lo cual se lo viene realizando desde hace 4 años aproximadamente estas ofertas son programadas en los meses de abril, junio especialmente por el día del padre, y los meses de noviembre y diciembre esto se ha venido repitiendo durante los años anteriormente mencionados esto se lo puede ver en el gráfico de estacionalidad **ANEXO AII.** .

Estos 17 artículos son cuasi-estacionales esto es porque los patrones que presenta la base de datos se dan una o dos veces al año en fechas específicas tanto en el mes de Junio (día del padre) como en el mes de diciembre (navidad) y dependiendo de las ventas se realizan promociones los meses abril y noviembre.

Por lo anteriormente mencionado la base de datos tiene cierta tendencia establecida ya que las ofertas y promociones se vienen repitiendo en meses específicos.

Por otro lado, uno de los artículos analizados si cae dentro del rango de estacionalidad, esto se da por el hecho de que dicho artículo es comercializarlo hace 3 años, por ende, este artículo no entraba en las ofertas realizadas y el producto aun siendo el de menos rotación y menos utilidad por parte de la empresa es uno de sus principales artículos.

Para poder realizar los pronósticos la serie de tiempo debe ser estacional, para esto se necesitó realizar diferenciaciones, es decir analizar las diferencias que existe entre los datos al igual que un gráfico de cajas como se ve en el **ANEXO BII** para poder ver y analizar cuáles son los datos que deben ser revisados y así poder ajustar la serie de tiempo, donde se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 11. Prueba dickey fuller serie de tiempo ajustada.

**PRUEBA DICKER-FULLER SERIE DE
TIEMPO AJUSTADA**

ARTÍCULO	p-value	ESTACIONALIDAD
SKU_1	0.01	SI
SKU_2	0.0118	SI
SKU_3	0.0149	SI
SKU_4	0.050	SI
SKU_5	0.01	SI
SKU_6	0.050	SI
SKU_7	0.0469	SI
SKU_8	0.0252	SI
SKU_9	0.0406	SI
SKU_10	0.0310	SI
SKU_11	0.0168	SI
SKU_12	0.0231	SI
SKU_13	0.01	SI
SKU_14	0.0403	SI
SKU_15	0.0464	SI
SKU_16	0.0453	SI
SKU_17	0.0469	SI
SKU_18	0.0435	SI

Fuente: Elaboración propia

En resumen, la base de datos es aleatoria ya sea por las ofertas y promociones como también por la crisis económica que sufrimos por tema pandemia lo cual afecta la potencia de la prueba, sin embargo, la base de datos fue ajustada y está totalmente validada ya que sus datos son acordes a la realidad de la empresa.

4.2. PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA

Una vez diagnosticada y estudiada la variación de la base de datos por artículo se procedió a realizar los diferentes modelos de pronósticos de la demanda, en este caso se lo desarrolló con tres modelos de pronósticos los mismos que fueron resueltos en el software R, de igual manera se

determinaron los diferentes errores de pronóstico para cada artículo, entre los errores calculados están: MAD, MSE, MAPE Y RMSE el cual se ajusta a los datos de las demandas pronosticadas logrando así la elección del mejor modelo de pronóstico. Cada error fue extraído de la información proporcionada por el software R como se lo puede observar a continuación.

4.2.1. Pronóstico ARIMA

Se realizó el modelo de pronóstico ARIMA mediante el software R, para esto se utilizó la base de datos y su respectivo código que se lo puede ver en el **ANEXO AIII**, donde se pudo observar los siguientes resultados además de sus correspondientes errores en el modelo.

Tabla 12. Pronósticos modelo ARIMA

ARTÍCULO	MAY-21	JUN-21	JUL-21	AGO-21	SEP-21	OCT-21	NOV-21	DIC-21	ENE-22	FEB-22	MAR-22	ABR-22
SKU_1	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
SKU_2	56	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
SKU_3	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
SKU_4	18	18	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19
SKU_5	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
SKU_6	57	57	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
SKU_7	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78
SKU_8	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
SKU_9	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
SKU_10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
SKU_11	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
SKU_12	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
SKU_13	66	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
SKU_14	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
SKU_15	88	89	90	90	91	91	91	92	92	92	92	92
SKU_16	24	25	25	26	26	26	26	26	26	26	26	26
SKU_17	56	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
SKU_18	26	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Errores pronósticos ARIMA.

ARTÍCULO	RMSE	MAE	MPE	MAPE
SKU_1	4.64	3.66	-2.88	13.85
SKU_2	4.98	3.89	-0.74	6.79
SKU_3	4.48	3.43	-1.53	9.43
SKU_4	3.78	2.84	-3.22	14.22
SKU_5	3.29	2.44	-3.08	13.77
SKU_6	5.86	4.47	-1.11	7.78
SKU_7	4.79	3.43	-0.41	4.29
SKU_8	4.21	3.18	-0.75	6.71
SKU_9	4.41	3.21	-0.85	6.62
SKU_10	3.72	2.81	-2.76	13.22
SKU_11	4.28	3.49	-2.37	12.93
SKU_12	3.69	2.7	-2.87	13.26
SKU_13	5.2	4.09	-0.57	6.01
SKU_14	5.71	4.5	-4.02	16.42
SKU_15	4.4	3.71	-0.33	3.95
SKU_16	4.33	3.33	-2.69	12.83
SKU_17	6.55	5.22	-1.29	9.11
SKU_18	6.54	5.24	-5.97	20.38

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Pronóstico por redes neuronales.

Una vez realizados los pronósticos por el modelo Arima procedemos a realizar el pronóstico por medio del modelo de redes neuronales, para lo cual se sigue los siguientes pasos:

1. Se copia de CRAN del software R el código de redes neuronales y se lo copia en el script que ya está creado o un nuevo script por separado lo cual no afecta a su desarrollo.
2. Se carga la base de datos con serie estacional y se modifica el SKU en el código.
3. Asignamos un valor “y” a la serie de tiempo, las variables de entrada deben ser de 12 meses ya que la serie de tiempo está compuesta de 12 meses.

4. Se realiza el primer entrenamiento corriendo el código desde el inicio, después del primer entrenamiento tendremos un pronóstico con sus respectivos errores, para disminuir el error se realiza un nuevo entrenamiento.

Mediante este procedimiento se llegaron a los siguientes resultados:

Tabla 14. Pronósticos Redes Neuronales

ARTÍCULO	MAY-21	JUN-21	JUL-21	AGO-21	SEP-21	OCT-21	NOV-21	DIC-21	ENE-22	FEB-22	MAR-22	ABR-22
SKU_1	24	32	31	26	27	24	26	33	26	27	27	23
SKU_2	62	61	58	52	52	52	55	66	66	59	57	59
SKU_3	37	43	35	33	31	31	33	40	33	32	31	30
SKU_4	17	27	21	17	17	17	16	25	22	16	16	16
SKU_5	19	27	18	16	16	17	19	28	19	16	16	18
SKU_6	52	73	57	46	46	42	50	63	54	48	50	47
SKU_7	78	77	71	73	72	80	77	77	73	73	72	78
SKU_8	48	54	47	45	47	43	49	57	50	47	48	44
SKU_9	44	49	46	44	48	46	47	48	46	43	47	44
SKU_10	25	31	23	22	21	23	25	32	24	24	23	25
SKU_11	35	30	26	27	22	29	28	26	31	23	25	29
SKU_12	23	28	20	17	16	17	23	29	18	16	14	16
SKU_13	60	73	70	65	61	64	61	66	64	64	65	62
SKU_14	20	36	25	23	20	22	20	30	23	21	20	19
SKU_15	92	101	98	91	89	88	89	96	92	89	88	88
SKU_16	29	36	30	28	28	22	25	28	23	26	32	28
SKU_17	49	63	51	53	52	54	45	55	50	49	46	51
SKU_18	19	36	24	21	18	16	8	23	17	17	15	13

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Errores pronóstico redes neuronales

ARTÍCULO	RMSE	MAE	MPE	MAPE
SKU_1	0.35	0.17	-0.04	0.79
SKU_2	0.49	0.31	-0.01	0.56
SKU_3	0.13	0.11	0.01	0.28
SKU_4	0.41	0.33	-0.1	1.8
SKU_5	0.09	0.07	0.009	0.4
SKU_6	0.2	0.15	-0.005	0.26
SKU_7	0.2	0.13	0.005	0.17
SKU_8	0.076	0.049	-0.0042	0.11
SKU_9	0.19	0.11	0.004	0.24
SKU_10	0.2	0.13	-0.003	0.64
SKU_11	0.21	0.11	0.01	0.47
SKU_12	0.12	0.07	0.008	0.36
SKU_13	0.09	0.07	-0.006	0.11
SKU_14	0.08	0.06	-0.005	0.2
SKU_15	0.15	0.1	0.005	0.11
SKU_16	0.2	0.1	0.02	0.32
SKU_17	0.2	0.14	0.001	0.24
SKU_18	0.2	0.1	0.054	0.36

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Pronóstico Modelo KNN

Para terminar los modelos de pronósticos se procedió a realizarlos en el modelo KNN, donde se siguieron los respectivos pasos.

1. Se coloca el código en el mismo script donde se desarrollaron los anteriores modelos de pronósticos o en uno nuevo (no hay variación)
2. Cargamos la base dato con el SKU seleccionado, para posteriormente transformarlo en serie temporal.
3. Se corre el código donde se encuentran varias predicciones cada una es la mejora de la anterior para al final tener la predicción global y sus respectivos errores.

Tabla 16. Pronóstico KNN

ARTÍCULO	MAY-21	JUN-21	JUL-21	AGO-21	SEP-21	OCT-21	NOV-21	DIC-21	ENE-22	FEB-22	MAR-22	ABR-22
SKU_1	28	36	25	21	20	25	27	33	30	28	25	22
SKU_2	56	68	61	57	54	50	49	60	55	55	51	50
SKU_3	29	41	35	34	35	36	38	42	30	28	31	35
SKU_4	22	27	19	17	16	15	16	24	16	15	14	15
SKU_5	18	26	18	16	15	16	18	26	15	16	15	16
SKU_6	55	59	45	43	48	55	45	43	48	55	55	45
SKU_7	74	75	72	71	69	84	76	73	76	78	74	82
SKU_8	45	50	43	46	42	42	46	58	51	45	41	41
SKU_9	49	46	44	45	41	40	45	60	52	46	43	42
SKU_10	19	26	21	19	17	19	23	29	20	18	17	16
SKU_11	24	35	32	28	23	22	21	29	30	25	26	22
SKU_12	18	25	15	17	15	18	22	28	19	17	16	18
SKU_13	65	79	75	68	60	64	61	69	68	66	69	65
SKU_14	24	29	27	29	23	27	34	21	20	23	24	24
SKU_15	87	83	83	86	87	87	83	86	87	87	83	83
SKU_16	23	23	23	19	23	23	19	19	23	23	19	23
SKU_17	54	56	55	61	55	57	65	51	48	54	54	54
SKU_18	24	25	24	31	25	27	35	22	18	23	24	24

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Errores pronósticos KNN

ARTÍCULO	RMSE	MAE	MAPE
SKU_1	1.3	1.2	5.04
SKU_2	6.94	6.2	10.62
SKU_3	4.36	3.75	12.21
SKU_4	0.69	0.65	3.76
SKU_5	1.07	0.9	5.51
SKU_6	13.69	11.3	24.49
SKU_7	4.55	4	5.04
SKU_8	5.26	4.7	9.94
SKU_9	4.69	4.45	9.41
SKU_10	2.67	2.6	12.7
SKU_11	1.26	0.9	3.44
SKU_12	1.34	1.2	6.76
SKU_13	7.21	5.4	8.76
SKU_14	6.89	5.25	24.68
SKU_15	2.78	2.4	2.81
SKU_16	5.17	4.1	19.72
SKU_17	8.13	6	11.94
SKU_18	7.42	5.55	27.54

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizados y analizados los tres modelos de pronóstico con sus respectivos errores pudimos llegar a la conclusión de que el mejor modelo a tomar en cuenta para el plan de abastecimiento es el modelo de pronóstico por redes neuronales ya que sus errores son muy bajos en relación con los otros modelos de pronóstico, por ende, para proseguir con los análisis pertinentes se tomará en cuenta dicho modelo de inventario.

4.3. APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS HEURÍSTICOS.

Para la elaboración y aplicación de estos métodos se debe recolectar la demanda pronosticada anteriormente, costos por ordenar, costos de mantener inventario y el costo de adquisición de cada artículo. La meta de aplicar estos métodos es reducir los costos de mantener y el costo de ordenar, pero también nos brinda las cantidades y los periodos necesarios para pedir

cada artículo. Una vez obtenidos estos datos se procede a la aplicación de los métodos heurísticos tanto el Silver Meal como el Wagner Whitin.

4.3.1. Silver Meal

Tomando como ejemplo el primer artículo de la base de datos (SKU_1) con su respectivo pronóstico se realiza este método el cual ayudará a minimizar los costos de inventario por medio de pedidos óptimos en cantidad como en periodo.

El proceso para la aplicación de este algoritmo nace de la obtención o cálculo del costo por mantener inventario (H), costo de ordenar (S) y el costo de adquisición del producto, mediante la fórmula $D \cdot H \cdot (n)$ el cual comienza desde el segundo periodo. A continuación:

1. Este valor encontrado se suma con el costo por ordenar (S) y se coloca en la celda llamada Suma filas.
2. Se calcula el costo total que es la suma del costo total anterior más la suma fila del periodo actual.
3. Se procede a calcular el costo total unitario por periodo de tiempo (CTUT) que es la división entre el costo total del periodo actual entre el periodo (n).

Este algoritmo fue aplicado a los 18 artículos con los 12 meses pronosticados mediante la utilización de hojas de cálculo de Excel.

LANZAR PEDIDO (lead time=40 días)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MITTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	113	may-21	24	89	\$ 99.68	\$ 180.00	\$ 279.68
		jun-21	32	57	\$ 63.84		\$ 343.52
		jul-21	31	26	\$ 29.12		\$ 372.64
		ago-21	26	0	\$ -		\$ 372.64
jul-21	77	sep-21	27	50	\$ 56.00	\$ 180.00	\$ 608.64
		oct-21	24	26	\$ 29.12		\$ 637.76
		nov-21	26	0	\$ -		\$ 637.76
oct-21	86	dic-21	33	53	\$ 59.36	\$ 180.00	\$ 877.12
		ene-22	26	27	\$ 30.24		\$ 907.36
		feb-22	27	0	\$ -		\$ 907.36
ene-22	50	mar-22	27	23	\$ 25.76	\$ 180.00	\$ 1,113.12
		abr-22	23	0	\$ -		\$ 1,113.12

Ilustración 16. Planificación final Silver Meal con lead time (SKU_1)

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Wagner Whitin (WW)

Este método al igual que los pronósticos se lo desarrollo en el software R mediante el respectivo código detallado en el **ANEXO V** En el cual se ingresa los datos de la demanda pronosticada (pronósticos redes neuronales), costo por ordenar y costo por mantener inventario, este software nos proporcionó el costo total por periodo de tiempo (CTUT) por SKU, los periodos y la cantidad óptima a ordenar.

TVC:
[1] 1086.24

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]
[1,]	180.00	NA								
[2,]	215.84	360.00	NA							
[3,]	285.28	394.72	395.84	NA						
[4,]	372.64	452.96	424.96	465.28	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[5,]	493.60	543.68	485.44	495.52	552.64	NA	NA	NA	NA	NA
[6,]	628.00	651.20	566.08	549.28	579.52	665.44	NA	NA	NA	NA
[7,]	802.72	796.80	682.56	636.64	637.76	694.56	729.28	NA	NA	NA
[8,]	1061.44	1018.56	867.36	784.48	748.64	768.48	766.24	816.64	NA	NA
[9,]	1294.40	1222.40	1042.08	930.08	865.12	855.84	824.48	845.76	928.64	NA
[10,]	1566.56	1464.32	1253.76	1111.52	1016.32	976.80	915.20	906.24	958.88	1004.48
[11,]	1868.96	1736.48	1495.68	1323.20	1197.76	1128.00	1036.16	996.96	1019.36	1034.72
[12,]	2152.32	1994.08	1727.52	1529.28	1378.08	1282.56	1164.96	1100.00	1096.64	1086.24
	[,11]	[,12]								
[1,]	NA	NA								
[2,]	NA	NA								
[3,]	NA	NA								
[4,]	NA	NA								
[5,]	NA	NA								
[6,]	NA	NA								
[7,]	NA	NA								
[8,]	NA	NA								
[9,]	NA	NA								
[10,]	NA	NA								
[11,]	1086.24	NA								
[12,]	1112.00	1176.96								

Jt:

[1] "1" "1" "1" "1" "3" "4" "4" "5" "7" "8" "8" "10"

Ilustración 17. Método Wagner Whitin SKU_1

Fuente: Software R

LANZAR PEDIDO (lead time=40 días)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTD	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	87	may-21	24	63	\$ 70.56	\$ 180.00	\$ 250.56
		jun-21	32	31	\$ 34.72		\$ 285.28
		jul-21	31	0	\$ -		\$ 285.28
jun-21	77	ago-21	26	51	\$ 57.12	\$ 180.00	\$ 522.40
		sep-21	27	24	\$ 26.88		\$ 549.28
		oct-21	24	0	\$ -		\$ 549.28
sep-21	85	nov-21	26	59	\$ 66.08	\$ 180.00	\$ 795.36
		dic-21	33	26	\$ 29.12		\$ 824.48
		ene-22	26	0	\$ -		\$ 824.48
dic-21	77	feb-22	27	50	\$ 56.00	\$ 180.00	\$ 1,060.48
		mar-22	27	23	\$ 25.76		\$ 1,086.24
		abr-22	23	0	\$ -		\$ 1,086.24

Ilustración 18. Planificación final Wagner Whitin (SKU_1)

Fuente: Elaboración propia

4.4. EVALUACIÓN DEL PLAN DE ABASTECIMIENTO Y CUADRO

COMPARATIVO.

Para la evaluación de la propuesta del plan de abastecimiento se procedió a comparar los dos métodos heurísticos aplicados donde se toma en cuenta los costos totales de inventario tanto de la planificación del Silver Meal como la del Wagner Whitin de cada SKU analizado.

Tabla 18. Comparación resultados métodos heurísticos.

ARTÍCULO	COSTO TOTAL ALGORITMO SILVER MEAL	COSTO TOTAL ALGORITMO WAGNER WHITIN
SKU_1	\$ 1,113.12	\$ 1,086.24
SKU_2	\$ 1,491.82	\$ 1,491.82
SKU_3	\$ 1,276.96	\$ 1,219.72
SKU_4	\$ 1,650.40	\$ 1,551.60
SKU_5	\$ 2,504.00	\$ 2,504.00
SKU_6	\$ 1,352.00	\$ 1,352.00
SKU_7	\$ 1,265.50	\$ 1,265.50
SKU_8	\$ 1,007.20	\$ 984.40
SKU_9	\$ 386.72	\$ 311.32
SKU_10	\$ 342.62	\$ 339.54
SKU_11	\$ 441.02	\$ 375.56
SKU_12	\$ 650.88	\$ 650.88
SKU_13	\$ 635.50	\$ 635.50
SKU_14	\$ 1,031.68	\$ 1,031.68
SKU_15	\$ 339.30	\$ 335.25
SKU_16	\$ 780.24	\$ 776.40
SKU_17	\$ 973.00	\$ 913.50
SKU_18	\$ 121.80	\$ 121.80
TOTAL	\$ 17,363.76	\$ 16,946.71

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar el costo total es menor mediante el método Wagner Whitin sin embargo en varios SKU el costo es el mismo. Para poder conocer el ahorro o la reducción de los costos de inventario con la propuesta del plan de abastecimiento se procedió a comparar dichos costos con el costo actual que maneja la empresa o que manejó la empresa en el año 2020.

Tabla 19. Comparación ahorro métodos heurísticos vs Costo real

	COSTO TOTAL ALGORITMO SILVER MEAL	COSTO TOTAL ALGORITMO WAGNER WHITIN	COSTO REAL SIN APLICAR EL PLAN DE ABASTECIMIENTO
	\$ 17,363.76	\$ 16,946.71	\$ 25,354.15
AHORRO	\$ 7,990.39	\$ 8,407.44	
AHORRO %	31.52%	33.16%	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar el ahorro que genera al aplicar el algoritmo de Silver Meal es de \$7,990.39 es decir un 31.52% y el Método de Wagner Whitin con un ahorro de \$8,407.44 con un porcentaje del 33.16% con respecto al costo real sin aplicar el plan de abastecimiento. De esta manera podemos concluir que la aplicación de los métodos heurísticos es considerable con respecto al ahorro en costos de mantener inventario, costos por ordenar, periodos y cantidad óptima de cada artículo.

Al aplicar los métodos heurísticos y por ende el plan de abastecimiento se satisface la demanda de los próximos 12 meses, con respecto a los costos anteriormente mencionados. Por otro lado las nuevas cantidades a ordenar por ejemplo con el SKU_1 se debe pedir una cantidad de 87 artículos en el mes de marzo, que satisfaga la demanda del mes de mayo, abril y junio, en el mes de junio se hace un nuevo pedido de 77 artículos para los meses de agosto, septiembre y octubre, el tercer pedido se lo lanzaría en el mes de septiembre 85 artículos para las demandas pronosticadas para los meses de noviembre, diciembre y enero del próximo año y como último pedido se lo lanzaría en el mes de diciembre del 2021 una cantidad de 77 artículos para los meses de febrero, marzo y abril del 2022, todo esto en base al lead time de 40 días ya que este producto abastece el primer proveedor.

Los beneficios de la aplicación de los métodos heurísticos son varios, sobre todo el asegurar de mejor manera el stock para abastecer demandas que varían en el tiempo además de su considerable ahorro en dólares que son las dos metas que tiene la empresa.

Con respecto a la administración para la posible implementación del plan de abastecimiento el Gerente junto al Jefe de planta de la empresa Radiocar Tecnología S.A. tienen a su cargo personal en el departamento de planificación los cuales evaluarán los resultados obtenidos para su posterior implementación donde mi persona formara parte. La misma tendrá como enfoque el ciclo PHVA el cual implica 4 pasos: planear, hacer, verificar y actuar. Esta gestión para el proceso de la planificación del abastecimiento para la empresa se realizará de manera lineal es decir el fin del ciclo determina el inicio del próximo.

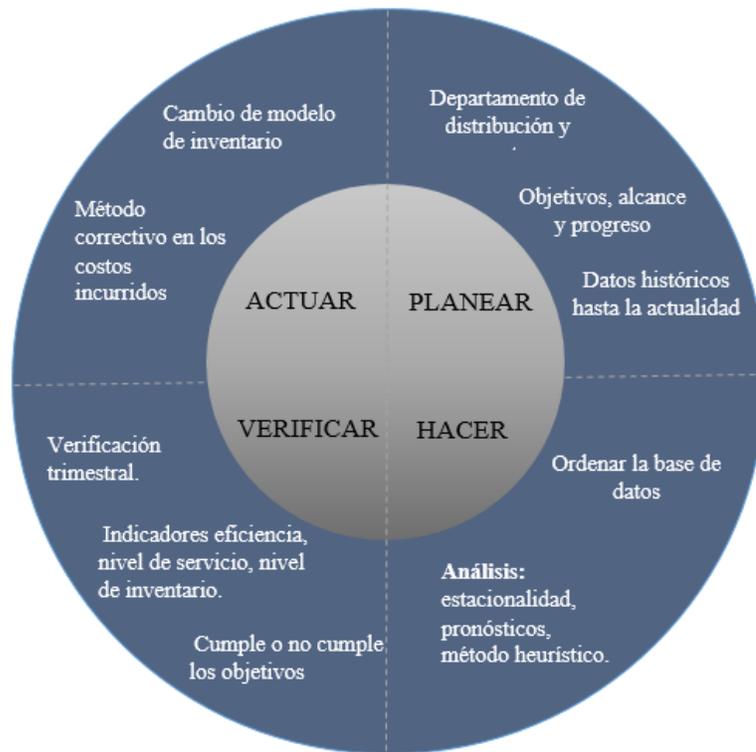


Ilustración 19. Ciclo PHVA administración del plan de abastecimiento.

Fuente: Elaboración propia

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Mediante el análisis bibliográfico se logró establecer las bases teóricas y metodológicas acerca de métodos heurísticos y planificación de inventario sustentando así el diseño del plan de abastecimiento.
- Del diagnóstico de la situación actual de la empresa Radiocar Tecnología S.A. mediante la recolección y análisis de datos históricos de demanda, así como los diferentes costos, tales como costos por almacenar, costos por ordenar, costos actuales totales por ciertos periodos de tiempo, se determina que la empresa tiene un déficit con respecto al ingreso de la información sobre sus costos y ventas, ya que no poseen un sistema de registros de entradas y salida.
- Se estableció el diagnóstico de la situación actual mediante el cálculo del índice de rotación obteniendo el resultado esperado, un índice de rotación alto en un 90% de todos los productos que comercializa esto quiere decir que su demanda es muy alta pero también que su sistema de abastecimiento no es apto para satisfacer la demanda de la empresa,
- Se realizó el análisis de productos más vendidos y que porcentaje en utilidad representa para la empresa por medio de la clasificación ABC obteniendo los siguientes resultados: 9 artículos en categoría A, 4 artículos en B y 5 artículos en categoría B.
- Del análisis de estacionalidad de las series de tiempo de la base de datos histórica se determinó que el 90% de los artículos caen en un patrón de cuasi-estacionalidad ya que tienen ofertas programadas todos los años por días festivos o feriados, por lo tanto, se

realizó un análisis profundo para ajustar a serie de tiempo y así lograr su estacionalidad para el idóneo desarrollo del plan de abastecimiento.

- Una vez aplicados los métodos heurísticos Silver Meal y Wagner Whitin a todos los artículos comercializados por la empresa se logró diseñar el plan de abastecimiento consiguiendo un ahorro del 31.52% y 33.16% respectivamente en el costo total anual alcanzando así la disminución de costos de inventario, de igual manera la obtención del periodo y la cantidad óptima de cada artículo a pedir.

5.2. Recomendaciones

- Para tener un mayor conocimiento con relación a costos manejados en la empresa se establece que se deben tener registros sistemáticos de todas las entradas y salidas tanto en artículos como en costos para mejorar el manejo de los recursos que posee la empresa.
- Para tener varias opciones en el proceso de planificación y abastecimiento de la empresa se recomienda tener en conocimiento varias alternativas de posibles proveedores tanto internos o externos, esto facilitara a la empresa en cuestiones de percances que puedan ocurrir con alguno de los proveedores ya establecidos.
- Es muy importante y necesario obtener los datos históricos de ventas y demanda de por lo menos 3 o 4 años atrás ya que de esta manera se puede establecer una visión más amplia del comportamiento de la demanda de igual manera los errores de pronóstico se minimizan ya que la serie de tiempo es mayor.
- Implementar el plan de abastecimiento mediante métodos heurísticos de inventario ya que se demostró el considerable ahorro además de sus óptimos periodos y cantidades a ordenar de cada artículo lo cual beneficiara a la empresa en aspectos de planificación, tiempos y costos.
- Utilizar el software R para realizar pronósticos sobre todo el modelo de redes neuronales para series de tiempo estacionales ya que tiene un error relativamente bajo comparado con otros modelos.

Bibliografía

Aguilar & Gomez, J. G.-G. (2020). *Administración de Operaciones*. Guayaquil: Universidad Internacional del Ecuador, Guayaquil.

Ángel Y Pablo Blanco, M. d. (2019). *Atención al cliente y calidad en el servicio*. IC Editoria.

APRENDE MACHINE LEARNING. (10 de Julio de 2018). Obtenido de <https://www.aprendemachinelearning.com/clasificar-con-k-nearest-neighbor-ejemplo-en-python/#:~:text=K%2DNearest%2DNeighbor%20es%20un,e1%20mundo%20de%20Aprendizaje%20Autom%C3%A1tico>.

Arenal, L. C. (2017). *Gestión de inventarios: UF0476*. Editorial Tutor Formación.

Baquero, P. V. (2016). *IMPLEMENTACIÓN DE UNA POLÍTICA DE INVENTARIO Y DESARROLLO DE LA*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/99064/DCD102558.pdf>

Cervera. (2012). *Gestión de inventarios. Una nueva fórmula de calcular la*. Ad-Qualite Editorial.

Chase & Jacobs, F. R. (2014). *Administración de Operaciones Producción y*. México: McGRAW-HILL Education.

Cruz, A. D. (24 de Abril de 2020). *conexion esan*. Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2020/04/demanda-independiente-y-demanda-dependiente-en-la-gestion-de-inventarios/>

Cruz, F. A. (2017). *Gestión de inventarios*. IC Editorial.

Cruz, S. J. (2020). *Coeficiente de variación*.

Escobar. Valdes & Zapata, L. J. (2017). *Redes Neuronales Artificiales en predicción de series de tiempo. Una aplicación a la Industria*. Obtenido de <https://www.palermo.edu/ingenieria/Pdf2010/CyT9/02.pdf>

Esper, T. L.-M.-T. (2017). *Administración de inventarios*. Pearson Educación.

Fernandez, S. d. (2012). *Series Temporales: Modelo ARIMA*.

Flores & Parra, C. E. (2012). *Contaduría y Administración*. Estudio Venezuela.

García. (2021). *Gestión Logística Integral*. Ecoe Ediciones.

Gutiérrez, A. F. (2014). *Gestión de stocks en la logística de almacenes*. Madrid: Ediciones de la U.

Lee J. Krajewski, L. P. (2013). *Administración de operaciones procesos y cadena de suministro (décima ed.)*. México: Pearson Educacion de México S.A.

Muñoz, D. (2009). *Administración de Operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocios*. México: Cengage Learning.

PEREIRA, U. T. (Agosto de 2010). *APLICACIÓN DE TRES MÉTODOS DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE DIMENSIONAMIENTO DE LOTES Y MRP*. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-AplicacionDeTresMetodosDeSolucionAlProblemaDeDimen-4546317.pdf>

Pérez, D. (2007). *Gestión de Operaciones*.

Render & Heizer, J. H. (2015). *Administración de Operaciones*. México: PEARSON EDUCATION.

Rueda, J. E. (2014). *PROPUESTA DE UN MODELO DE ABASTECIMIENTO COMO HERRAMIENTA DEL CONTROL DE INVENTARIO EN JUAN NEUSTADTEL S.A.S. EN EL AÑO 2014*. Medellín, Colombia.

Tversky & Kahneman. (1973). *La psicología de la predicción*.

Villada Muñoz & García, F. N. (2016). *SCIELO*. Obtenido de [scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642016000500016#:~:text=Las%20redes%20neuronales%20artificiales%20\(RNA,e%20funcionamiento%20del%20cerebro%20humano.&text=El%20principal%20potencial%20de%20las,de%20datos%20económicos%20y%20financieros](http://scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642016000500016#:~:text=Las%20redes%20neuronales%20artificiales%20(RNA,e%20funcionamiento%20del%20cerebro%20humano.&text=El%20principal%20potencial%20de%20las,de%20datos%20económicos%20y%20financieros).

ANEXOS

ANEXO I. Base de datos Histórica.

	SKU_1	SKU_2	SKU_3	SKU_4	SKU_5	SKU_6	SKU_7	SKU_8	SKU_9	SKU_10	SKU_11	SKU_12	SKU_13	SKU_14	SKU_15	SKU_16	SKU_17	SKU_18
may-18	22	55	40	15	12	62	95	47	50	17	22	17	67	22	102	18	58	28
jun-18	35	64	50	24	18	70	104	50	52	20	30	18	65	22	120	25	69	39
jul-18	28	50	42	17	15	58	85	48	49	22	25	18	65	23	95	24	53	22
ago-18	25	52	38	17	16	55	82	45	47	23	23	20	62	21	94	22	58	27
sep-18	22	51	35	16	12	54	80	43	46	17	22	18	60	20	90	20	51	20
oct-18	23	53	34	15	12	58	84	45	48	18	20	22	60	25	92	24	58	28
nov-18	25	50	39	18	13	61	87	47	46	19	24	23	65	28	95	28	59	29
dic-18	35	65	50	25	20	71	102	58	59	30	35	31	78	40	130	35	70	40
ene-19	20	51	42	16	14	57	77	50	51	18	25	21	67	26	95	26	62	32
feb-19	22	50	39	18	12	62	79	47	48	18	23	20	64	28	90	24	57	26
mar-19	22	48	40	18	10	59	80	51	45	16	23	17	61	25	92	27	62	32
abr-19	28	53	42	21	14	63	88	54	46	18	27	18	68	30	97	25	66	35
may-19	26	50	35	19	14	55	81	52	45	16	24	19	64	28	100	24	57	25
jun-19	35	57	45	27	17	65	98	55	46	19	35	22	65	32	120	33	69	38
jul-19	25	45	35	22	12	60	85	49	44	17	30	21	61	28	101	30	59	28
ago-19	21	44	33	20	12	57	83	49	45	15	31	20	58	25	92	24	57	25
sep-19	20	40	30	19	11	55	80	44	41	16	27	16	55	22	88	20	52	20
oct-19	25	41	34	18	13	54	77	45	40	16	28	18	62	23	89	22	61	30
nov-19	27	42	35	19	14	58	78	48	45	15	27	22	65	24	93	24	54	22
dic-19	33	65	45	25	18	74	92	57	60	30	34	32	75	39	115	38	69	42
ene-20	21	49	36	20	14	62	79	51	54	18	26	18	65	24	94	27	64	38
feb-20	24	40	34	17	13	62	75	47	50	15	24	19	62	22	89	25	60	28
mar-20	20	35	22	15	10	54	60	40	35	15	21	16	50	18	75	20	45	15
abr-20	18	33	18	14	10	45	52	35	32	16	20	15	45	17	70	17	38	18
may-20	15	31	22	15	11	41	45	35	29	15	21	18	42	18	70	18	41	17
jun-20	15	33	21	16	13	55	46	37	31	15	20	18	44	20	72	18	47	25
jul-20	15	27	20	14	9	45	46	34	30	16	20	15	45	19	72	19	56	25
ago-20	16	24	22	15	9	44	48	32	33	18	21	17	41	21	74	16	55	24
sep-20	17	26	26	14	8	39	55	30	34	15	18	15	39	18	71	15	57	31
oct-20	18	30	31	13	10	36	60	38	40	20	22	18	41	20	78	16	55	25
nov-20	21	34	38	13	11	39	65	40	43	22	24	22	45	25	81	21	57	27
dic-20	30	54	42	22	16	63	80	61	57	35	35	30	64	32	100	29	65	35
ene-21	24	40	30	14	10	45	75	50	45	25	28	25	44	26	84	22	44	22
feb-21	22	42	28	14	8	43	75	51	44	24	25	17	44	28	85	23	41	18
mar-21	24	40	31	13	9	48	72	49	49	27	25	14	51	27	92	21	48	23
abr-21	25	38	35	17	11	55	74	40	47	26	27	18	50	25	88	23	52	24
may-21	20	42	33	15	10	55	68	45	50	22	25	15	56	24	98	18	50	25

Fuente: Departamento de ventas Empresa Radiocar Tecnología S.A.

ANEXO II. Análisis de Estacionalidad

Anexo AII. Código para prueba dikey-fuller (Estacionalidad)

```

library(forecast)
library(ggfortify)
library(tseries)
library(astsa)
library(tidyverse)
library(nnfor)
library(ggplot2)
library(TSstudio)
library(tsfknn)

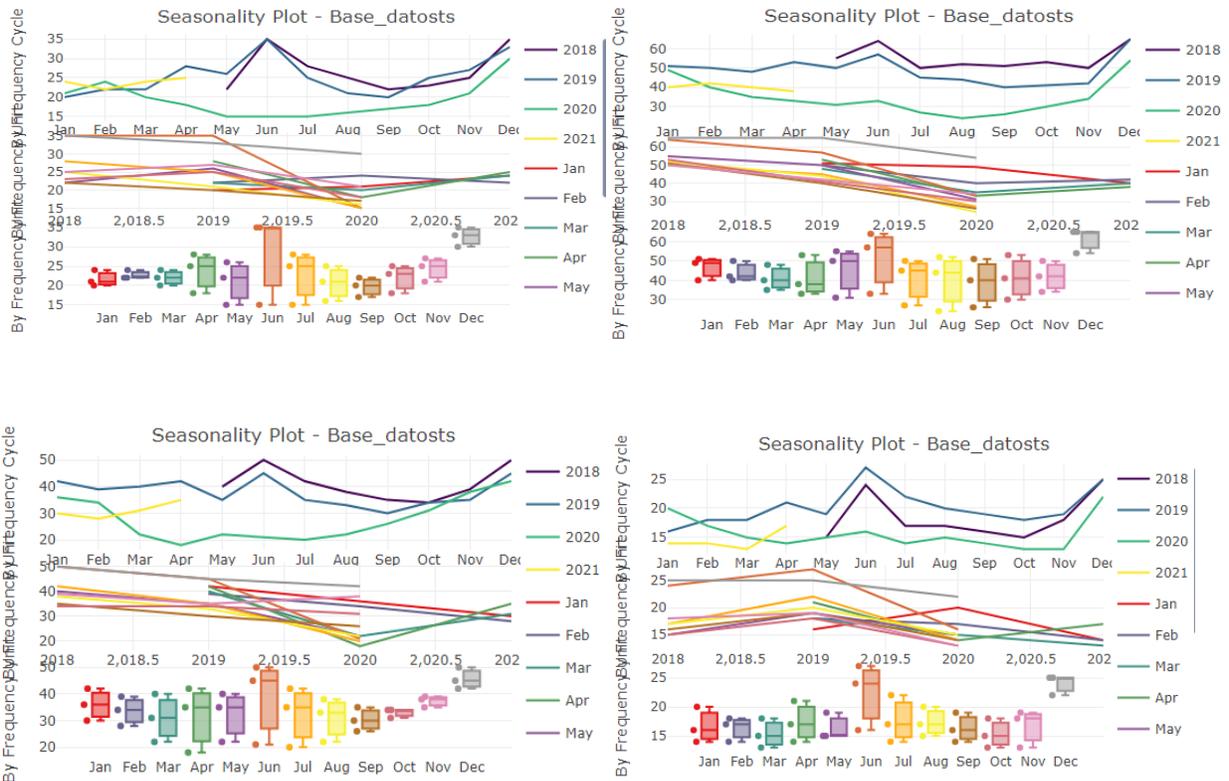
Base_datos <- read.csv("Base de datos normal.csv")
Base_datos

#convertir la base de datos en serie temporal(ts)
Base_datosts=ts(Base_datos$SKU_1 ,freq=12,start=c(2018,5))
Base_datosts

#Estacionalidad prueba dickey-fuller
adf.test(Base_datosts)
#calculando la estacionalidad
ts_seasonal(Base_datosts,type="all")

```

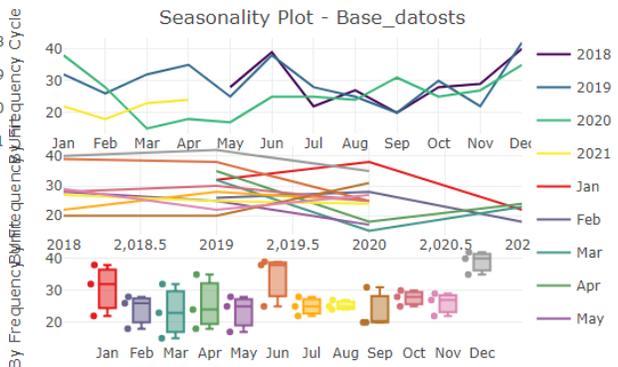
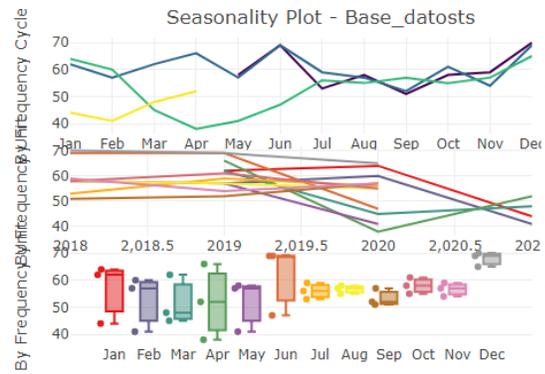
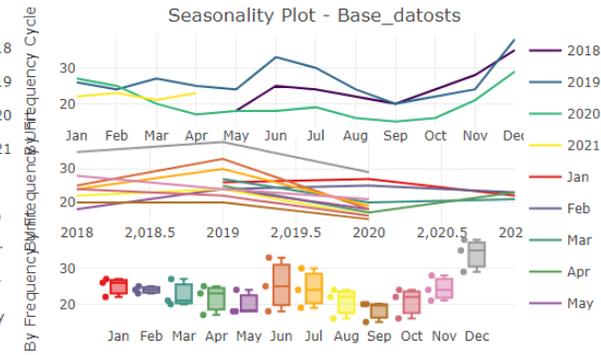
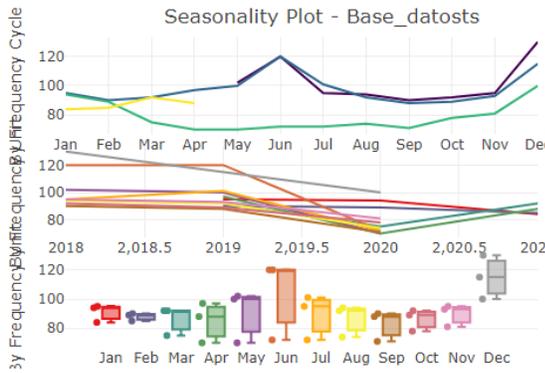
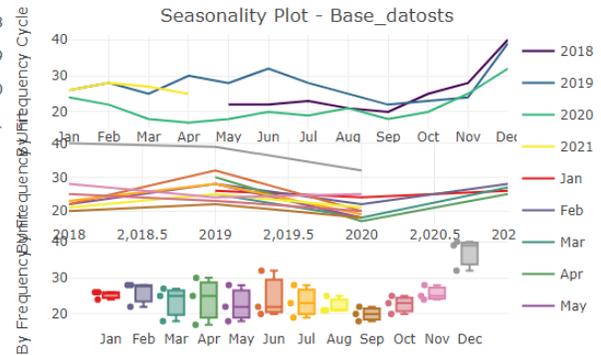
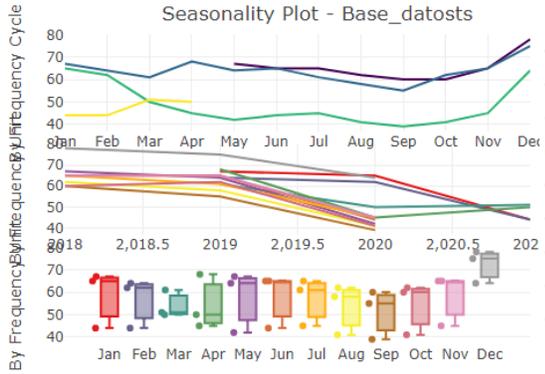
Anexo BII. Gráficos de no estacionalidad y de estacionalidad (SKU_18)



Anexo BII. Continuación gráficos de no estacionalidad y de estacionalidad (SKU_18)



Anexo BII. Continuación gráficos de no estacionalidad y de estacionalidad (SKU_18)



Anexo CII. Código Diferenciaciones Estacionalidad.

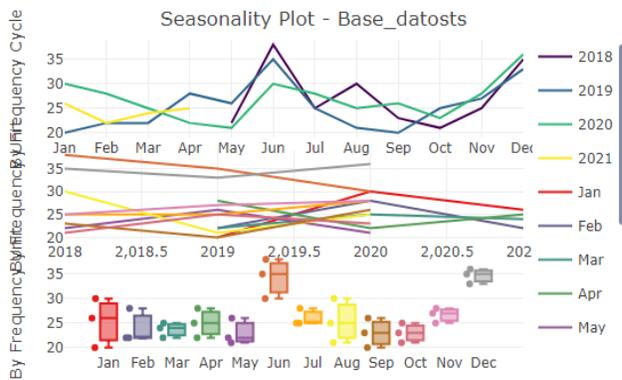
```

#Diferenciaciones
seriedif=diff(Base_datosts)
seriedif
plot(seriedif)

#seriedif2=diff(Base_datosts, differences =2)
#seriedif2
#Estacionalidad con diferenciaciones
adf.test(seriedif)

```

Anexo DII. Resultado y gráfico de estacionalidad serie de tiempo ajustada.



Augmented Dickey-Fuller Test

data: Base_datosts
Dickey-Fuller = -5.1581, Lag order = 3, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary

ANEXO III. Modelos de Pronósticos

Anexo AIII. Código modelo de pronóstico ARIMA

```
library(forecast)
library(ggfortify)
library(tseries)
library(astsa)
library(tidyverse)
library(nnfor)
library(ggplot2)
library(TSstudio)
library(tsfknn)

Base_datos <- read.csv("Base de Datos_Ruiz Darwin_RTSA_Serie Estacional.csv")
Base_datos

#convertir la base de datos en serie temporal(ts)
Base_datos$ts=ts(Base_datos$SKU_17 ,freq=12,start=c(2018,5))
boxplot(Base_datos$ts)

#Arima
modelo=arima(Base_datos$ts,order =c(1,0,0))
modelo
Box.test(residuals(modelo), type= "Ljung-Box")
error=residuals(modelo)
pronostico<- forecast(modelo,h=12)
#plot(pronostico)
summary(pronostico)

#Autoarima para comprobar
modelo1<- auto.arima(Base_datos$ts, seasonal=T, stepwise=T, approximation=T)
checkresiduals(modelo1)
```

Anexo BIII. Resultados y Errores modelo ARIMA

Error measures:

	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE	ACF1
Training set	0.002579065	4.638641	3.661066	-2.877176	13.85364	0.9249009	0.003891788

Forecasts:

	Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
May 2021	26.13767	20.19301	32.08233	17.04610	35.22924	
Jun 2021	26.16276	20.21666	32.10887	17.06898	35.25654	
Jul 2021	26.16332	20.21721	32.10942	17.06954	35.25710	
Aug 2021	26.16333	20.21723	32.10943	17.06955	35.25711	
Sep 2021	26.16333	20.21723	32.10943	17.06955	35.25711	
Oct 2021	26.16333	20.21723	32.10943	17.06955	35.25711	
Nov 2021	26.16333	20.21723	32.10943	17.06955	35.25711	
Dec 2021	26.16333	20.21723	32.10943	17.06955	35.25711	
Jan 2022	26.16333	20.21723	32.10943	17.06955	35.25711	
Feb 2022	26.16333	20.21723	32.10943	17.06955	35.25711	
Mar 2022	26.16333	20.21723	32.10943	17.06955	35.25711	
Apr 2022	26.16333	20.21723	32.10943	17.06955	35.25711	

Error measures:

	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE
Training set	0.001646171	4.982839	3.890021	-0.7376342	6.787213	1.167006

Forecasts:

	Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
May 2021	56.10839	49.72262	62.49416	46.34220	65.87458	
Jun 2021	55.62371	49.20667	62.04074	45.80970	65.43772	
Jul 2021	55.57568	49.15834	61.99303	45.76121	65.39016	
Aug 2021	55.57093	49.15358	61.98827	45.75644	65.38541	
Sep 2021	55.57045	49.15311	61.98780	45.75597	65.38494	
Oct 2021	55.57041	49.15306	61.98775	45.75593	65.38489	
Nov 2021	55.57040	49.15306	61.98775	45.75592	65.38488	
Dec 2021	55.57040	49.15306	61.98775	45.75592	65.38488	
Jan 2022	55.57040	49.15306	61.98775	45.75592	65.38488	
Feb 2022	55.57040	49.15306	61.98775	45.75592	65.38488	
Mar 2022	55.57040	49.15306	61.98775	45.75592	65.38488	
Apr 2022	55.57040	49.15306	61.98775	45.75592	65.38488	

Anexo BIII. Continuación resultados y Errores modelo ARIMA

Error measures:							Error measures:						
	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE		ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE		
Training set	-0.01568007	4.484737	3.439689	-1.525737	9.437027	Training set	0.01106741	3.784771	2.847042	-3.224631	14.22538		
Forecasts:							Forecasts:						
Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95	Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95		
May 2021	36.01577	30.26834	41.76319	27.22584	44.80569	May 2021	18.37323	13.52285	23.22361	10.95521	25.79124		
Jun 2021	36.34368	30.30420	42.38316	27.10709	45.58027	Jun 2021	18.82281	13.71910	23.92652	11.01736	26.62826		
Jul 2021	36.44953	30.38043	42.51864	27.16763	45.73143	Jul 2021	18.97000	13.83988	24.10012	11.12416	26.81584		
Aug 2021	36.48371	30.41152	42.55589	27.19710	45.77032	Aug 2021	19.01819	13.88525	24.15113	11.16803	26.86835		
Sep 2021	36.49474	30.42223	42.56725	27.20764	45.78184	Sep 2021	19.03397	13.90072	24.16721	11.18335	26.88459		
Oct 2021	36.49830	30.42576	42.57084	27.21115	45.78545	Oct 2021	19.03913	13.90585	24.17241	11.18846	26.88980		
Nov 2021	36.49945	30.42690	42.57200	27.21229	45.78661	Nov 2021	19.04082	13.90754	24.17410	11.19015	26.89150		
Dec 2021	36.49982	30.42727	42.57237	27.21266	45.78698	Dec 2021	19.04138	13.90809	24.17466	11.19070	26.89205		
Jan 2022	36.49994	30.42739	42.57249	27.21278	45.78710	Jan 2022	19.04156	13.90828	24.17484	11.19088	26.89223		
Feb 2022	36.49998	30.42743	42.57253	27.21282	45.78714	Feb 2022	19.04162	13.90834	24.17490	11.19094	26.89229		
Mar 2022	36.49999	30.42745	42.57254	27.21283	45.78715	Mar 2022	19.04164	13.90835	24.17492	11.19096	26.89231		
Apr 2022	36.50000	30.42745	42.57254	27.21284	45.78715	Apr 2022	19.04164	13.90836	24.17492	11.19097	26.89232		

Error measures:							Error measures:						
	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE		ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE		
Training set	0.01328069	3.28815	2.446027	-3.076089	13.76663	Training set	-0.04273341	5.855152	4.466364	-1.108753	7.777504		
Forecasts:							Forecasts:						
Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95	Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95		
May 2021	17.02164	12.80770	21.23557	10.57698	23.46629	May 2021	57.07855	49.57487	64.58223	45.60266	68.55444		
Jun 2021	17.11292	12.88220	21.34364	10.64259	23.58325	Jun 2021	57.78509	49.85975	65.71043	45.66433	69.90585		
Jul 2021	17.12107	12.89022	21.35193	10.65054	23.59161	Jul 2021	58.02526	50.05263	65.99788	45.83218	70.21833		
Aug 2021	17.12180	12.89095	21.35266	10.65127	23.59234	Aug 2021	58.10689	50.12883	66.08496	45.90549	70.30830		
Sep 2021	17.12187	12.89101	21.35272	10.65133	23.59240	Sep 2021	58.13464	50.15595	66.11334	45.93228	70.33701		
Oct 2021	17.12187	12.89102	21.35273	10.65134	23.59241	Oct 2021	58.14408	50.16531	66.12285	45.94160	70.34655		
Nov 2021	17.12187	12.89102	21.35273	10.65134	23.59241	Nov 2021	58.14728	50.16851	66.12606	45.94480	70.34977		
Dec 2021	17.12187	12.89102	21.35273	10.65134	23.59241	Dec 2021	58.14837	50.16959	66.12715	45.94588	70.35086		
Jan 2022	17.12187	12.89102	21.35273	10.65134	23.59241	Jan 2022	58.14874	50.16996	66.12752	45.94625	70.35123		
Feb 2022	17.12187	12.89102	21.35273	10.65134	23.59241	Feb 2022	58.14887	50.17009	66.12765	45.94638	70.35136		
Mar 2022	17.12187	12.89102	21.35273	10.65134	23.59241	Mar 2022	58.14891	50.17013	66.12769	45.94642	70.35140		
Apr 2022	17.12187	12.89102	21.35273	10.65134	23.59241	Apr 2022	58.14893	50.17015	66.12771	45.94644	70.35142		

Error measures:							Error measures:						
	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE		ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE	
Training set	-0.05038371	4.794173	3.426896	-0.418658	4.294547	Training set	-0.002620682	4.208092	3.189812	-0.769714	6.715949	1.09365	
Forecasts:							Forecasts:						
Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95	Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95		
May 2021	78.80494	72.66096	84.94892	69.40853	88.20134	May 2021	46.49856	41.10567	51.89144	38.25085	54.74627		
Jun 2021	78.21992	71.86148	84.57836	68.49553	87.94432	Jun 2021	46.62259	41.06532	52.17985	38.12349	55.12169		
Jul 2021	78.06401	71.69061	84.43740	68.31673	87.81128	Jul 2021	46.65344	41.08616	52.22072	38.13903	55.16786		
Aug 2021	78.02245	71.64799	84.39691	68.27356	87.77135	Aug 2021	46.66112	41.09322	52.22901	38.14576	55.17648		
Sep 2021	78.01138	71.63684	84.38591	68.26237	87.76039	Sep 2021	46.66303	41.09509	52.23096	38.14761	55.17845		
Oct 2021	78.00843	71.63389	84.38297	68.25941	87.75744	Oct 2021	46.66350	41.09557	52.23144	38.14808	55.17893		
Nov 2021	78.00764	71.63310	84.38218	68.25862	87.75666	Nov 2021	46.66362	41.09568	52.23156	38.14820	55.17904		
Dec 2021	78.00743	71.63289	84.38197	68.25841	87.75645	Dec 2021	46.66365	41.09571	52.23159	38.14823	55.17907		
Jan 2022	78.00737	71.63283	84.38192	68.25836	87.75639	Jan 2022	46.66366	41.09572	52.23159	38.14823	55.17908		
Feb 2022	78.00736	71.63282	84.38190	68.25834	87.75638	Feb 2022	46.66366	41.09572	52.23160	38.14823	55.17908		
Mar 2022	78.00736	71.63281	84.38190	68.25834	87.75637	Mar 2022	46.66366	41.09572	52.23160	38.14824	55.17908		
Apr 2022	78.00735	71.63281	84.38190	68.25834	87.75637	Apr 2022	46.66366	41.09572	52.23160	38.14824	55.17908		

Error measures:							Error measures:						
	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE		ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE		
Training set	-0.02335079	4.414346	3.21084	-0.8554672	6.629327	Training set	0.01569816	3.723754	2.817356	-2.759025	13.22629		
Forecasts:							Forecasts:						
Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95	Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95		
May 2021	47.16160	41.50439	52.81881	38.50964	55.81356	May 2021	20.58585	15.81367	25.35804	13.28743	27.88428		
Jun 2021	47.20463	41.35027	53.05899	38.25116	56.15810	Jun 2021	20.52389	15.69859	25.34919	13.14423	27.90355		
Jul 2021	47.21609	41.34800	53.08418	38.24162	56.19056	Jul 2021	20.51462	15.68814	25.34110	13.13315	27.89609		
Aug 2021	47.21914	41.35008	53.08820	38.24319	56.19510	Aug 2021	20.51323	15.68672	25.33974	13.13173	27.89474		
Sep 2021	47.21995	41.35083	53.08908	38.24390	56.19601	Sep 2021	20.51303	15.68652	25.33954	13.13152	27.89453		
Oct 2021	47.22017	41.35104	53.08931	38.24411	56.19624	Oct 2021	20.51299	15.68649	25.33950	13.13149	27.89450		
Nov 2021	47.22023	41.35109	53.08936	38.24416	56.19630	Nov 2021	20.51299	15.68648	25.33950	13.13148	27.89450		
Dec 2021	47.22024	41.35111	53.08938	38.24418	56.19631	Dec 2021	20.51299	15.68648	25.33950	13.13148	27.89450		
Jan 2022	47.22025	41.35111	53.08938	38.24418	56.19632	Jan 2022	20.51299	15.68648	25.33950	13.13148	27.89450		
Feb 2022	47.22025	41.35111	53.08938	38.24418	56.19632	Feb 2022	20.51299	15.68648	25.33950	13.13148	27.89450		
Mar 2022	47.22025	41.35112	53.08938	38.24418	56.19632	Mar 2022	20.51299	15.68648	25.33950	13.13148	27.89450		
Apr 2022	47.22025	41.35112	53.08938	38.24418	56.19632	Apr 2022	20.51299	15.68648	25.33950	13.13148	27.89450		

Anexo BIII. Continuación resultados y Errores modelo ARIMA

Error measures:						Error measures:					
	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE		ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE
Training set	0.007445986	4.287056	3.49058	-2.370283	12.93443	Training set	0.02048143	3.69056	2.709433	-2.874911	13.25663

Forecasts:						Forecasts:					
Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95	Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
May 2021	26.75328	21.25920	32.24736	18.35080	35.15575	May 2021	19.22206	14.49242	23.95170	11.98870	26.45542
Jun 2021	26.79426	21.29205	32.29647	18.37936	35.20916	Jun 2021	19.52647	14.65230	24.40065	12.07207	26.98088
Jul 2021	26.79649	21.29426	32.29872	18.38155	35.21143	Jul 2021	19.60230	14.71930	24.48530	12.13440	27.07021
Aug 2021	26.79661	21.29438	32.29884	18.38167	35.21155	Aug 2021	19.62119	14.73765	24.50474	12.15245	27.08993
Sep 2021	26.79662	21.29439	32.29885	18.38168	35.21155	Sep 2021	19.62590	14.74232	24.50948	12.15711	27.09469
Oct 2021	26.79662	21.29439	32.29885	18.38168	35.21155	Oct 2021	19.62707	14.74349	24.51065	12.15827	27.09586
Nov 2021	26.79662	21.29439	32.29885	18.38168	35.21155	Nov 2021	19.62736	14.74378	24.51094	12.15857	27.09616
Dec 2021	26.79662	21.29439	32.29885	18.38168	35.21155	Dec 2021	19.62743	14.74385	24.51102	12.15864	27.09623
Jan 2022	26.79662	21.29439	32.29885	18.38168	35.21155	Jan 2022	19.62745	14.74387	24.51103	12.15866	27.09625
Feb 2022	26.79662	21.29439	32.29885	18.38168	35.21155	Feb 2022	19.62746	14.74387	24.51104	12.15866	27.09625
Mar 2022	26.79662	21.29439	32.29885	18.38168	35.21155	Mar 2022	19.62746	14.74388	24.51104	12.15866	27.09625
Apr 2022	26.79662	21.29439	32.29885	18.38168	35.21155	Apr 2022	19.62746	14.74388	24.51104	12.15866	27.09625

Error measures:						Error measures:					
	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE		ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE
Training set	0.0003139984	5.208708	4.098565	-0.5712894	6.008136	Training set	-0.0002640123	5.717375	4.506448	-4.027606	16.42909

Forecasts:						Forecasts:					
Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95	Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
May 2021	66.88895	60.21373	73.56418	56.68007	77.09783	May 2021	27.50662	20.17951	34.83373	16.30077	38.71247
Jun 2021	67.08212	60.37208	73.79216	56.82000	77.34424	Jun 2021	27.90680	20.53213	35.28146	16.62821	39.18538
Jul 2021	67.10187	60.39147	73.81227	56.83920	77.36455	Jul 2021	27.95246	20.57718	35.32775	16.67294	39.23199
Aug 2021	67.10389	60.39348	73.81430	56.84121	77.36657	Aug 2021	27.95768	20.58238	35.33297	16.67814	39.23722
Sep 2021	67.10410	60.39369	73.81450	56.84142	77.36678	Sep 2021	27.95827	20.58298	35.33357	16.67873	39.23781
Oct 2021	67.10412	60.39371	73.81452	56.84144	77.36680	Oct 2021	27.95834	20.58304	35.33363	16.67880	39.23788
Nov 2021	67.10412	60.39371	73.81453	56.84144	77.36680	Nov 2021	27.95835	20.58305	35.33364	16.67881	39.23789
Dec 2021	67.10412	60.39371	73.81453	56.84144	77.36680	Dec 2021	27.95835	20.58305	35.33364	16.67881	39.23789
Jan 2022	67.10412	60.39371	73.81453	56.84144	77.36680	Jan 2022	27.95835	20.58305	35.33364	16.67881	39.23789
Feb 2022	67.10412	60.39371	73.81453	56.84144	77.36680	Feb 2022	27.95835	20.58305	35.33364	16.67881	39.23789
Mar 2022	67.10412	60.39371	73.81453	56.84144	77.36680	Mar 2022	27.95835	20.58305	35.33364	16.67881	39.23789
Apr 2022	67.10412	60.39371	73.81453	56.84144	77.36680	Apr 2022	27.95835	20.58305	35.33364	16.67881	39.23789

Error measures:						Error measures:					
	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE		ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE
Training set	-0.09899213	4.406421	3.710316	-0.3314041	3.958516	Training set	-0.01129176	4.336288	3.331879	-2.699843	12.83393

Forecasts:						Forecasts:					
Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95	Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
May 2021	88.50294	82.85588	94.14999	79.86651	97.13936	May 2021	24.79417	19.23700	30.35135	16.29521	33.29314
Jun 2021	89.60319	82.60465	96.60173	78.89985	100.30654	Jun 2021	25.60540	19.50658	31.70421	16.27806	34.93273
Jul 2021	90.40866	82.78378	98.03353	78.74742	102.06990	Jul 2021	25.97219	19.76846	32.17591	16.48441	35.45997
Aug 2021	90.99831	83.05808	98.93855	78.85477	103.14186	Aug 2021	26.13803	19.91307	32.36298	16.61778	35.65828
Sep 2021	91.42998	83.32578	99.53418	79.03568	103.82429	Sep 2021	26.21301	19.98372	32.44230	16.68614	35.73988
Oct 2021	91.74600	83.55528	99.93672	79.21937	104.27262	Oct 2021	26.24691	20.01674	32.47709	16.71869	35.77514
Nov 2021	91.97734	83.74063	100.21406	79.38037	104.57431	Nov 2021	26.26224	20.03189	32.49260	16.73374	35.79075
Dec 2021	92.14670	83.88544	100.40796	79.51219	104.78121	Dec 2021	26.26918	20.03879	32.49956	16.74062	35.79773
Jan 2022	92.27069	83.99630	100.54507	79.61611	104.92527	Jan 2022	26.27231	20.04191	32.50271	16.74374	35.80088
Feb 2022	92.36145	84.08004	100.64286	79.69613	105.02677	Feb 2022	26.27373	20.04333	32.50412	16.74515	35.80230
Mar 2022	92.42790	84.14272	100.71307	79.75682	105.09897	Mar 2022	26.27437	20.04397	32.50477	16.74579	35.80294
Apr 2022	92.47654	84.18935	100.76373	79.80238	105.15070	Apr 2022	26.27466	20.04426	32.50505	16.74608	35.80323

Error measures:						Error measures:					
	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE		ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE
Training set	-0.00248518	6.550646	5.21862	-1.290956	9.112241	Training set	-0.004855452	6.540232	5.241356	-5.978969	20.38284

Forecasts:						Forecasts:					
Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95	Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
May 2021	56.82698	48.43199	65.22197	43.98795	69.66601	May 2021	26.56502	18.18337	34.94666	13.74640	39.38364
Jun 2021	57.45867	48.85665	66.06069	44.30302	70.61433	Jun 2021	27.12752	18.54670	35.70834	14.00429	40.25075
Jul 2021	57.59983	48.98760	66.21205	44.42856	70.77109	Jul 2021	27.25087	18.66059	35.84115	14.11317	40.38857
Aug 2021	57.63137	49.01863	66.24410	44.45932	70.80341	Aug 2021	27.27792	18.68719	35.86866	14.13953	40.41632
Sep 2021	57.63842	49.02565	66.25118	44.46633	70.81050	Sep 2021	27.28385	18.69310	35.87461	14.14543	40.42228
Oct 2021	57.63999	49.02723	66.25275	44.46791	70.81208	Oct 2021	27.28515	18.69440	35.87591	14.14672	40.42359
Nov 2021	57.64034	49.02758	66.25311	44.46826	70.81243	Nov 2021	27.28544	18.69468	35.87620	14.14701	40.42387
Dec 2021	57.64042	49.02766	66.25318	44.46834	70.81251	Dec 2021	27.28550	18.69474	35.87626	14.14707	40.42393
Jan 2022	57.64044	49.02767	66.25320	44.46835	70.81252	Jan 2022	27.28552	18.69476	35.87627	14.14709	40.42395
Feb 2022	57.64044	49.02768	66.25321	44.46836	70.81253	Feb 2022	27.28552	18.69476	35.87628	14.14709	40.42395
Mar 2022	57.64044	49.02768	66.25321	44.46836	70.81253	Mar 2022	27.28552	18.69476	35.87628	14.14709	40.42395
Apr 2022	57.64044	49.02768	66.25321	44.46836	70.81253	Apr 2022	27.28552	18.69476	35.87628	14.14709	40.42395

Anexo CIII. Código Modelo Redes Neuronales

```

Base_datos <- read.csv("Base de Datos_Ruiz Darwin_RTSA_Serie Estacional.csv")
Base_datos

#convertir la base de datos en serie temporal(ts)
Base_datos$ts=ts(Base_datos$SKU_1 ,freq=12,start=c(2018,5))
Base_datos$ts

#PRONÓSTICO REDES NEURONALES
#pronosticar la serie
y <- Base_datos$ts
y
#las variables de entrada son 12 meses
h <- 1*frequency(y)
frequency(y)

#Entrenamiento automático
#fit1<-mlp(y,hd = c(22,26,12),sel.lag=FALSE, lag=1:12,difforder=c(3,10),reps = 20)
#print(fit1)

Fit1<- mlp(y, reps = 200, lags =NULL,difforder = NULL,hd.max = NULL)
plot(Fit1)
forecast(Fit1)
print(Fit1)
plot(forecast(Fit1))

##Mejora de entrenamiento
Fit2<-mlp(y, model=Fit1,retrain=20)
print(Fit2)
plot(Fit2)
plot(forecast(Fit2,h=h))
forecast(Fit2,h=h)
summary(forecast(Fit2,h=h))

```

Anexo DIII. Resultados modelo Redes Neuronales

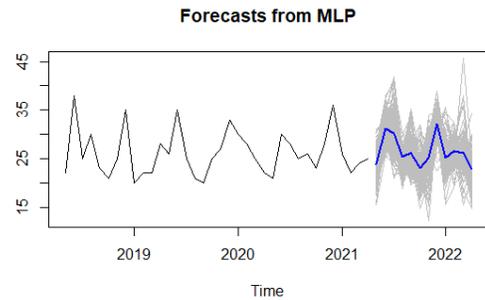
```

C:/Users/Usuario/Desktop/R CLASES/intento 1 arima/
2022
> summary(forecast(Fit2,h=h))

Forecast method: mlp
Model Information:
NULL
Error measures:
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set -0.01000273 0.3544911 0.1748849 -0.04042 0.7905152 0.04035805 0.2310264

Forecasts:
2021  Jan   Feb   Mar   Apr   May   Jun   Jul   Aug   Sep
2022 25.15381 26.53632 26.04727 22.83889 23.72259 31.09992 30.28784 25.30157 26.06821
      Oct   Nov   Dec
2021 23.11555 25.24235 32.08133
2022
~

```



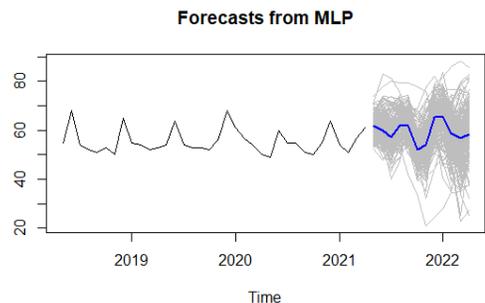
```

C:/Users/Usuario/Desktop/R CLASES/intento 1 arima/
2022
> summary(forecast(Fit2,h=h))

Forecast method: mlp
Model Information:
NULL
Error measures:
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set -0.01488056 0.4935455 0.3105147 -0.01738207 0.5598782 0.1090998 0.1176628

Forecasts:
2021  Jan   Feb   Mar   Apr   May   Jun   Jul   Aug   Sep
2022 65.50604 58.84757 56.92771 58.37418 61.85008 60.01339 57.38290 61.86064 61.72242
      Oct   Nov   Dec
2021 51.98943 54.12705 65.18955
2022
~

```



Anexo DIII. Continuación resultados modelo Redes Neuronales

```

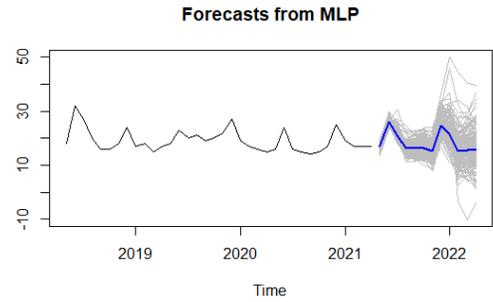
Console Terminal Jobs
C:/Users/Usuario/Desktop/R CLASES/intento 1 arima/
2022
> summary(forecast(Fit2,h-h))

Forecast method: mlp

Model Information:
NULL

Error measures:
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set -0.005136972 0.4147959 0.3304272 -0.1002238 1.801042 0.1071656 -0.1892617

Forecasts:
      Jan      Feb      Mar      Apr      May      Jun      Jul      Aug      Sep
2021  16.97548 26.14938 20.91109 16.21225 16.26770
2022  21.59497 15.16721 15.51838 15.64763
      Oct      Nov      Dec
2021  16.34159 15.36581 24.77385
2022
    
```



```

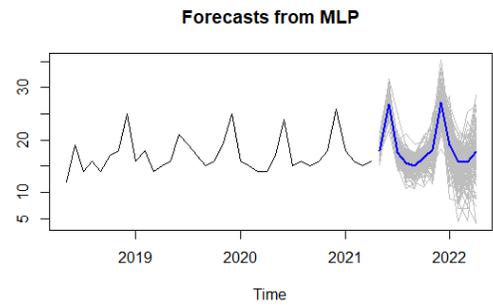
Console Terminal Jobs
C:/Users/Usuario/Desktop/R CLASES/intento 1 arima/

Forecast method: mlp

Model Information:
NULL

Error measures:
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
Training set 0.001900161 0.09667502 0.06717893 0.009490916 0.4089882 0.0424288
ACF1
Training set -0.2790105

Forecasts:
      Jan      Feb      Mar      Apr      May      Jun      Jul      Aug      Sep
2021  18.02883 26.89274 17.56798 15.57715 15.09374
2022  18.97782 15.99521 15.72246 17.79478
      Oct      Nov      Dec
2021  16.68132 18.22862 27.12223
2022
    
```



```

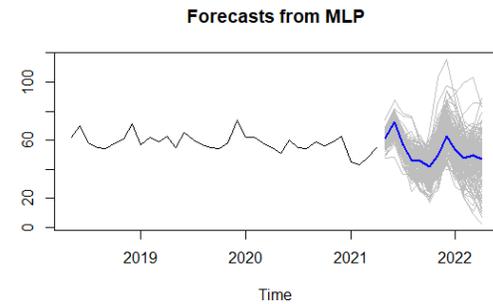
C:/Users/Usuario/Desktop/R CLASES/intento 1 arima/

Forecast method: mlp

Model Information:
NULL

Error measures:
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
Training set 0.001455086 0.1963733 0.1575055 -0.005146054 0.2643514 0.05250185
ACF1
Training set 0.2956763

Forecasts:
      Jan      Feb      Mar      Apr      May      Jun      Jul      Aug      Sep
2021  61.19332 72.22559 56.76348 46.36408 45.69470
2022  53.54910 47.91830 49.79456 46.74619
      Oct      Nov      Dec
2021  41.79789 49.30581 62.82672
2022
    
```



```

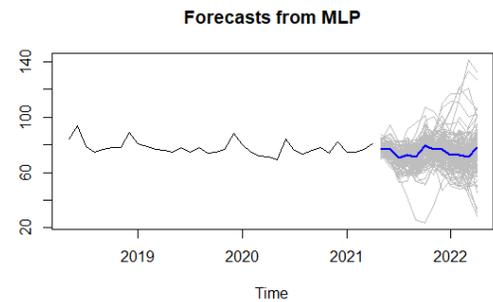
Console Terminal Jobs
C:/Users/Usuario/Desktop/R CLASES/intento 1 arima/

Forecast method: mlp

Model Information:
NULL

Error measures:
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
Training set 0.0008922913 0.2074607 0.1331495 0.00506228 0.1676704 0.02782229
ACF1
Training set -0.09284523

Forecasts:
      Jan      Feb      Mar      Apr      May      Jun      Jul      Aug      Sep
2021  77.64429 76.50941 70.84735 72.41581 71.30160
2022  72.41227 72.95261 71.56875 77.95103
      Oct      Nov      Dec
2021  79.75515 76.74284 76.87937
2022
    
```

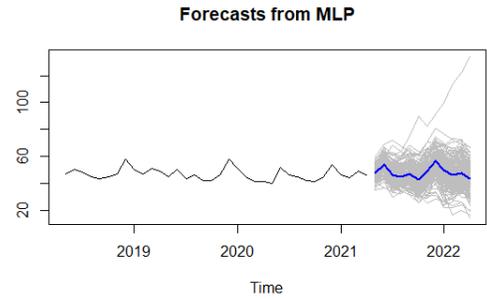


Anexo DIII. Continuación resultados modelo Redes Neuronales

```

C:/Users/Usuario/Desktop/R CLASES/intento 1 arima/
Forecast method: mlp
Model Information:
NULL
Error measures:
Training set ME RMSE MAE MPE MAPE MASE
-0.001333527 0.07552641 0.0493604 -0.004236772 0.1060168 0.02088325
Training set ACF1
0.005177163
Forecasts:
2021 Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep
2022 49.43469 46.20835 47.16276 43.24124
Oct Nov Dec
2021 42.40676 48.61552 56.51510
2022

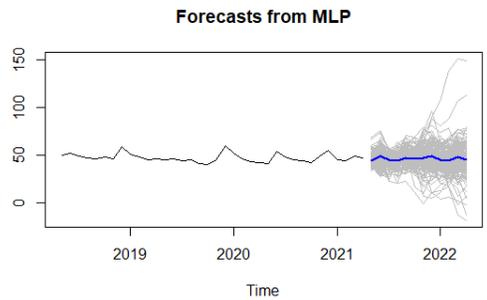
```



```

Console Terminal Jobs
C:/Users/Usuario/Desktop/R CLASES/intento 1 arima/
2022
> summary(forecast(Fit2,h=h))
Forecast method: mlp
Model Information:
NULL
Error measures:
Training set ME RMSE MAE MPE MAPE MASE ACF1
0.004724089 0.2165087 0.1240445 0.0117607 0.2605475 0.03590761 -0.1871096
Forecasts:
2021 Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep
2022 44.55926 43.84610 47.72358 44.50059
Oct Nov Dec
2021 46.33444 46.54422 49.19222
2022

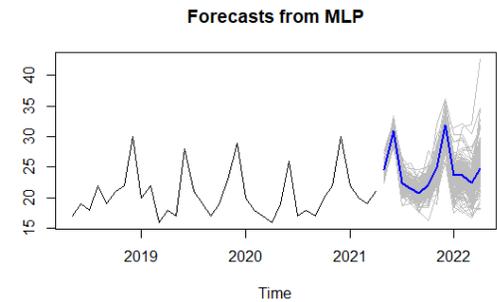
```



```

C:/Users/Usuario/Desktop/R CLASES/intento 1 arima/
Forecast method: mlp
Model Information:
NULL
Error measures:
Training set ME RMSE MAE MPE MAPE MASE
-0.001734475 0.2006125 0.1293423 -0.003137981 0.640901 0.05472173
Training set ACF1
-0.1637355
Forecasts:
2021 Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep
2022 23.67138 23.72092 22.41586 24.71898
Oct Nov Dec
2021 22.18026 24.91404 31.92758
2022

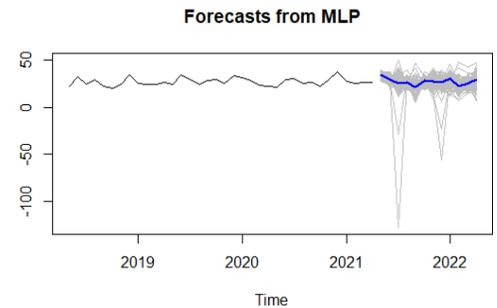
```



```

Console Terminal Jobs
C:/Users/Usuario/Desktop/R CLASES/intento 1 arima/
2022
> summary(forecast(Fit2,h=h))
Forecast method: mlp
Model Information:
NULL
Error measures:
Training set ME RMSE MAE MPE MAPE MASE ACF1
0.004471395 0.2078253 0.1142275 0.01027633 0.4704734 0.02969915 0.0712028
Forecasts:
2021 Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep
2022 30.10791 22.43093 24.87191 28.97212
Oct Nov Dec
2021 28.17156 27.62701 26.42139
2022

```

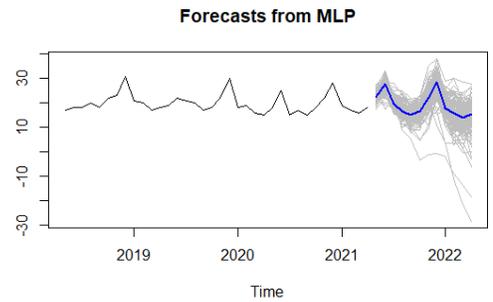


Anexo DIII. Continuación resultados modelo Redes Neuronales

```

Console Terminal Jobs
C:/Users/Usuario/Desktop/R CLASES/Intento 1 arima/

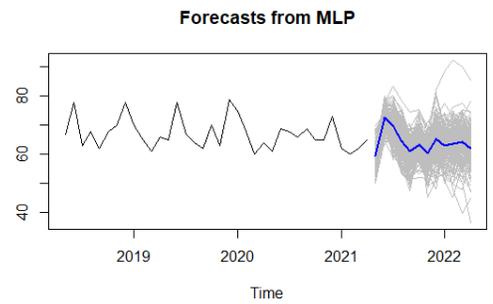
Forecast method: mlp
Model Information:
NULL
Error measures:
ME RMSE MAE MPE MAPE MASE
Training set 5.490132e-05 0.1160123 0.07090518 0.008333299 0.355091 0.03545259
ACF1
Training set -0.3043081
Forecasts:
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep
2021 17.76898 15.85116 13.92421 15.56273 22.46256 27.79996 19.68864 16.73680 15.08092
2022 16.50192 22.11869 28.51206
2022
> |
    
```



```

C:/Users/Usuario/Desktop/R CLASES/Intento 1 arima/

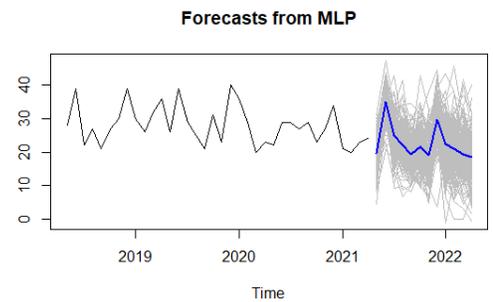
Forecast method: mlp
Model Information:
NULL
Error measures:
ME RMSE MAE MPE MAPE MASE
Training set -0.00300917 0.09358295 0.07327553 -0.005630205 0.1079426 0.02779417
ACF1
Training set 0.3050359
Forecasts:
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep
2021 63.05456 63.69798 64.33124 61.91260 59.39899 72.61751 69.70226 64.60628 60.98485
2022 63.40083 60.40479 65.18882
2022
> |
    
```



```

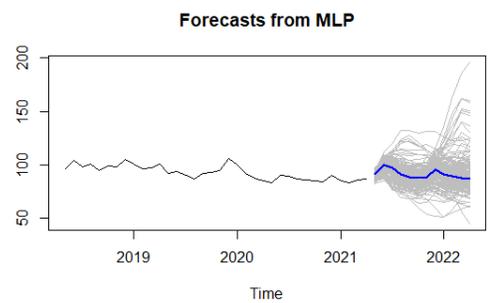
C:/Users/Usuario/Desktop/R CLASES/Intento 1 arima/

Forecast method: mlp
Model Information:
NULL
Error measures:
ME RMSE MAE MPE MAPE MASE
Training set -0.003367918 0.07646613 0.0554684 -0.005467994 0.1974998 0.0138671
ACF1
Training set -0.1145383
Forecasts:
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep
2021 22.36609 20.85548 19.17254 18.35426 19.71149 35.12445 24.83444 22.19658 19.39379
2022 21.42719 19.06945 29.58034
2022
> |
    
```



```

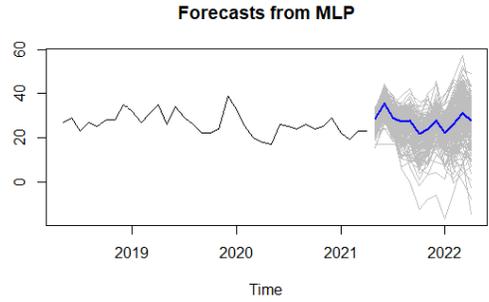
C:/Users/Usuario/Desktop/R CLASES/Intento 1 arima/
2022
> summary(forecast(Fit2,h=h))
Forecast method: mlp
Model Information:
NULL
Error measures:
ME RMSE MAE MPE MAPE MASE ACF1
Training set 0.006773419 0.1537447 0.1043755 0.005438865 0.1084382 0.0182243 0.2526129
Forecasts:
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug
2021 91.12264 88.99831 87.53236 87.13524 91.31154 100.19935 97.07650 90.69269
2022 88.21553 87.48617 88.79061 95.10982
2022
> |
    
```



Anexo DIII. Continuación resultados modelo Redes Neuronales

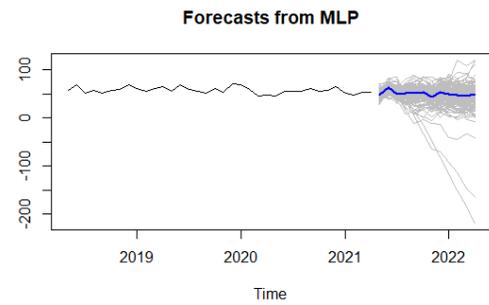
```

C:/Users/Usuario/Desktop/R CLASES/intento 1 arima/
Forecast method: mlp
Model Information:
NULL
Error measures:
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
Training set 0.001888328 0.2048984 0.09632252 0.02065647 0.315081 0.02408063
      ACF1
Training set -0.01079876
Forecasts:
2021  Jan  Feb  Mar  Apr  May  Jun  Jul  Aug  Sep
2022 22.09792 25.84423 31.36196 27.66580 28.44484 35.43706 29.23029 27.45933 27.79904
      Oct  Nov  Dec
2021 21.90429 24.02132 27.79693
2022
> |
  
```



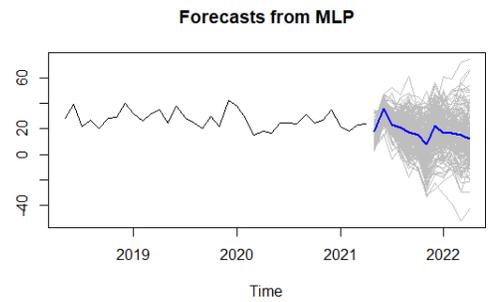
```

Console | Terminal x Jobs x
C:/Users/Usuario/Desktop/R CLASES/intento 1 arima/
2022
> summary(forecast(Fit2,h=h))
Forecast method: mlp
Model Information:
NULL
Error measures:
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set -0.00122003 0.203152 0.1378935 0.001044148 0.2405872 0.02277141 0.1129893
Forecasts:
2021  Jan  Feb  Mar  Apr  May  Jun  Jul  Aug  Sep
2022 49.71356 48.55447 45.42249 50.32246 48.62798 62.65780 50.00149 52.05124 51.83499
      Oct  Nov  Dec
2021 53.68269 44.78965 54.19243
2022
> |
  
```



```

Console | Terminal x Jobs x
C:/Users/Usuario/Desktop/R CLASES/intento 1 arima/
Forecast method: mlp
Model Information:
NULL
Error measures:
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
Training set 0.00512249 0.19507 0.09583652 0.05389285 0.3555536 0.02196254
      ACF1
Training set -0.004536857
Forecasts:
2021  Jan  Feb  Mar  Apr  May  Jun  Jul  Aug
2022 16.407555 16.859735 14.912968 12.428187 18.282073 35.618502 23.445228 20.816319
      Sep  Oct  Nov  Dec
2021 17.173542 15.448069 7.653919 22.248267
2022
> |
  
```



Anexo EIII. Código modelo KNN

```
Base_datos <- read.csv("Base de Datos_Ruiz Darwin_RTSA_Serie Estacional.csv")
Base_datos

#convertir la base de datos en serie temporal(ts)
Base_datos$ts=ts(Base_datos$SKU_1 ,freq=12,start=c(2018,5))
Base_datos$ts

#PRONÓSTICO MODELO KNN
#pronosticar la serie
y <- Base_datos$ts
y
#las variables de entrada son 12 meses
h <- 1*frequency(y)
frequency(y)
# Previsión de series temporales usando vecinas más cercanas
pred <- knn_forecasting(y, h = 12, lags = NULL, k = 2)
autoplot(pred)
autoplot(pred, highlight = "neighbors")

pred <- knn_forecasting(y, h = 1, lags = NULL, k = 2)
knn_examples(pred)

pred <- knn_forecasting(y, h = 12, lags = NULL, k = 2)
pred$prediction # Para ver una serie temporal con las previsiones
plot(pred) # gráfico de la predicción

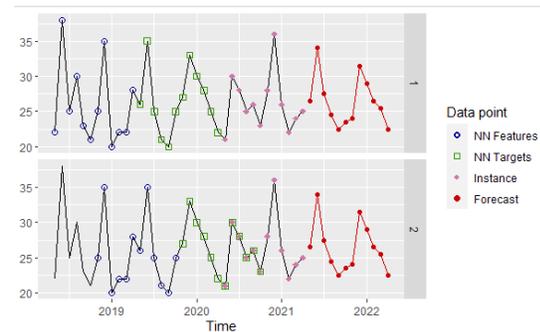
pred <- knn_forecasting(y, h = 4, lags = NULL, k = 2, msas = "MIMO")
nearest_neighbors(pred)

pred <- knn_forecasting(y, h = 4, k = 1, msas = "recursive")
new_pred <- predict(pred, h = 12)
print(new_pred$prediction)
plot(new_pred) # gráfico de la nueva predicción

pred <- knn_forecasting(y, h = 4, lags = NULL, k = 2)
ro <- rolling_origin(pred)
print(ro$global_accu)
```

Anexo FIII. Resultados modelo pronóstico KNN ejemplo (SKU_1)

```
>
> pred <- knn_forecasting(y, h = 4, k = 1, msas = "recursive")
> new_pred <- predict(pred, h = 12)
> print(new_pred$prediction)
      Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
2021      28 36 25 21 20 25 27 33
2022 30 28 25 22
> plot(new_pred) # gráfico de la nueva predicción
>
> pred <- knn_forecasting(y, h = 4, lags = NULL, k = 2)
> ro <- rolling_origin(pred)
> print(ro$global_accu)
      RMSE  MAE  MAPE
1.30384 1.20000 5.04155
> |
```



ANEXO IV. ALGORITMO SILVER MEAL SKU2

		Costo de mantener inventario		1.18																	
		Costo por ordenar		\$ 180.00																	
T	DEMANDA	S	D*H*(1)	D*H*(2)	D*H*(3)	D*H*(4)	D*H*(5)	D*H*(6)	D*H*(7)	D*H*(8)	D*H*(9)	D*H*(10)	D*H*(11)	suma Fil	CT	CTUT					
1	may-21	62	180											180	180	180.000					
2	jun-21	61		71.98										71.98	251.98	125.990					
3	jul-21	58			136.88									136.88	388.86	129.620					
4	ago-21	52				184.08								184.08	572.94	143.235					
5	sep-21	52					245.44							245.44	818.38	163.676					
6	oct-21	52						306.8						306.8	1125.2	187.530					
7	nov-21	55							389.4					389.4	1514.6	216.369					
8	dic-21	66								545.16				545.16	2059.7	257.468					
9	ene-22	66									623.04			623.04	2682.8	298.087					
10	feb-22	59										626.58		626.58	3309.4	330.936					
11	mar-22	57											672.6	672.6	3982	361.996					
12	abr-22	59												765.82	765.82	4747.8	395.648				
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	suma Fil	CT	CTUT					
1	jul-21	58	180											180	180	180.000					
2	ago-21	52		61.36										61.36	241.36	120.680					
3	sep-21	52			122.72									122.72	364.08	121.360					
4	oct-21	52				184.08								184.08	548.16	137.040					
5	nov-21	55					259.6							259.6	807.76	161.552					
6	dic-21	66						389.4						389.4	1197.2	199.527					
7	ene-22	66							467.28					467.28	1664.4	237.777					
8	feb-22	59								487.34				487.34	2151.8	268.973					
9	mar-22	57																			
10	abr-22	59																			
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	suma Fil	CT	CTUT					
1	sep-21	52	180											180	180	180.000					
2	oct-21	52		61.36										61.36	241.36	120.680					
3	nov-21	55			129.8									129.8	371.16	123.720					
4	dic-21	66				233.64								233.64	604.8	151.200					
5	ene-22	66					311.52							311.52	916.32	183.264					
6	feb-22	59																			
7	mar-22	57																			
8	abr-22	59																			
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	suma Fil	CT	CTUT					
1	nov-21	55	180											180	180	180.000					
2	dic-21	66		77.88										77.88	257.88	128.94					
3	ene-22	66			155.76									155.76	413.64	137.88					
4	feb-22	59												0							
5	mar-22	57												0							
6	abr-22	59												0							
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	suma Fil	CT	CTUT					
1	ene-22	66	180											180	180	180.000					
2	feb-22	59		69.62										69.62	249.62	124.81					
3	mar-22	57			134.52									134.52	384.14	128.047					
4	abr-22	59												0							
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	suma Fil	CT	CTUT					
1	mar-22	66	180											180	180	180.000					
2	feb-22	59		69.62										69.62	249.62	124.81					

LANZAR PEDIDO (lead time=40 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MITTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO												
mar-21	123	may-21	62	61	\$ 71.98	\$ 180.00	\$ 251.98												
		jun-21	61	0	\$ -		\$ 251.98												
may-21	110	jul-21	58	52	\$ 61.36	\$ 180.00	\$ 493.34												
		ago-21	52	0	\$ -		\$ 493.34												
jul-21	104	sep-21	52	52	\$ 61.36	\$ 180.00	\$ 734.70												
		oct-21	52	0	\$ -		\$ 734.70												
sep-21	121	nov-21	55	66	\$ 77.88	\$ 180.00	\$ 992.58												
		dic-21	66	0	\$ -		\$ 992.58												
nov-21	125	ene-22	66	59	\$ 69.62	\$ 180.00	\$ 1,242.20												
		feb-22	59	0	\$ -		\$ 1,242.20												
ene-22	116	mar-22	57	59	\$ 69.62	\$ 180.00	\$ 1,491.82												
		abr-22	59	0	\$ -		\$ 1,491.82												

Anexo IV. Continuación Algoritmo Silver Meal SKU3

		Costo de mantener inventario		1.24															
		Costo por ordenar		\$ 180.00															

	T	DEMANDA	S	D*H*(1)	D*H*(2)	D*H*(3)	D*H*(4)	D*H*(5)	D*H*(6)	D*H*(7)	D*H*(8)	D*H*(9)	D*H*(10)	D*H*(11)	suma Fil	CT	CTUT
1	may-21	37	180												180	180	180.000
2	jun-21	43		53.32											53.32	233.32	116.660
3	jul-21	35			86.8										86.8	320.12	106.707
4	ago-21	33				122.76									122.76	442.88	110.720
5	sep-21	31					153.76								153.76	596.64	119.328
6	oct-21	31						192.2							192.2	788.84	131.473
7	nov-21	33							245.52						245.52	1034.4	147.766
8	dic-21	40								347.2					347.2	1381.6	172.695
9	ene-22	33									327.36				327.36	1708.9	189.880
10	feb-22	32										357.12			357.12	2066	206.604
11	mar-22	31											384.4		384.4	2450.4	222.767
12	abr-22	30												409.2	409.2	2859.6	238.303

	T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	suma Fil	CT	CTUT
1	jul-21	35	180												180	180	180.000
2	ago-21	33		40.92											40.92	220.92	110.460
3	sep-21	31			76.88										76.88	297.8	99.267
4	oct-21	31				115.32									115.32	413.12	103.280
5	nov-21	33					163.68								163.68	576.8	115.360
6	dic-21	40						248							248	824.8	137.467
7	ene-22	33							245.52						245.52	1070.3	152.903
8	feb-22	32								277.76					277.76	1348.1	168.510
9	mar-22	31															
10	abr-22	30															

	T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	suma Fil	CT	CTUT
1	sep-21	31	180												180	180	180.000
2	oct-21	31		38.44											38.44	218.44	109.220
3	nov-21	33			81.84										81.84	300.28	100.093
4	dic-21	40				148.8									148.8	449.08	112.270
5	ene-22	33					163.68								163.68	612.76	122.552
6	feb-22	32															
7	mar-22	31															
8	abr-22	30															

	T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	suma Fil	CT	CTUT
1	nov-21	33	180												180	180	180.000
2	dic-21	40		49.6											49.6	229.6	114.8
3	ene-22	33			81.84										81.84	311.44	103.813
4	feb-22	32				119.04									119.04	430.48	107.62
5	mar-22	31													0		
6	abr-22	30													0		

	T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	suma Fil	CT	CTUT
1	feb-22	32	180												180	180	180.000
2	mar-22	31		38.44											38.44	218.44	109.22
3	abr-22	30			74.4										74.4	292.84	97.6133

LANZAR PEDIDO (lead time=40 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MITTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
	mar-21	80	may-21	37	43	\$ 53.32	\$ 180.00
			jun-21	43	0	\$ -	\$ 233.32
	may-21	68	jul-21	35	33	\$ 40.92	\$ 180.00
			ago-21	33	0	\$ -	\$ 454.24
	jul-21	62	sep-21	31	31	\$ 38.44	\$ 180.00
			oct-21	31	0	\$ -	\$ 672.68
	sep-21	106	nov-21	33	73	\$ 90.52	\$ 180.00
			dic-21	40	33	\$ 40.92	\$ 984.12
			ene-22	33	0	\$ -	\$ 984.12
	dic-21	93	feb-22	32	61	\$ 75.64	\$ 1,239.76
			mar-22	31	30	\$ 37.20	\$ 1,276.96
			abr-22	30	0	\$ -	\$ 1,276.96

Anexo IV. Continuación Algoritmo Silver Meal SKU4

		Costo de mantener inventario		2.4													
		Costo por ordenar		\$ 250.00													
T	DEMANDA	S	D*H*(1)	D*H*(2)	D*H*(3)	D*H*(4)	D*H*(5)	D*H*(6)	D*H*(7)	D*H*(8)	D*H*(9)	D*H*(10)	D*H*(11)	suma Filas	CT	CTUT	
1	may-21	17	\$250.00											250	250	250.000	
2	jun-21	27		64.8										64.8	314.8	157.400	
3	jul-21	21			100.8									100.8	415.6	138.533	
4	ago-21	17				122.4								122.4	538	134.500	
5	sep-21	17					163.2							163.2	701.2	140.240	
6	oct-21	17						204						204	905.2	150.867	
7	nov-21	16							230.4					230.4	1135.6	162.229	
8	dic-21	25								420				420	1555.6	194.450	
9	ene-22	22									422.4			422.4	1978	219.778	
10	feb-22	16										345.6		345.6	2323.6	232.360	
11	mar-22	16											384	384	2707.6	246.145	
12	abr-22	16											422.4	422.4	3130	260.833	
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	suma Filas	CT	CTUT	
1	sep-21	17	250											250	250	250.000	
2	oct-21	17		40.8										40.8	290.8	145.400	
3	nov-21	16			76.8									76.8	367.6	122.533	
4	dic-21	25				180								180	547.6	136.900	
5	ene-22	22					211.2							211.2	758.8	151.760	
6	feb-22	16						192						192	950.8	158.467	
7	mar-22	16							230.4					230.4	1181.2	168.743	
8	abr-22	16								268.8				268.8	1450	181.250	
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	suma Filas	CT	CTUT	
1	dic-21	25	250											250	250	250.000	
2	ene-22	22		52.8										52.8	302.8	151.400	
3	feb-22	16			76.8									76.8	379.6	126.533	
4	mar-22	16				115.2								115.2	494.8	123.700	
5	abr-22	16					153.6							153.6	648.4	129.680	
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	suma Filas	CT	CTUT	
1	abr-22	16	250											250	250	250.000	
LANZAR PEDIDO (lead time=40 días)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO										
mar-21	82	may-21	17	65	\$ 156.00	\$ 250.00	\$ 406.00										
		jun-21	27	38	\$ 91.20		\$ 497.20										
		jul-21	21	17	\$ 40.80		\$ 538.00										
		ago-21	17	0	\$ -		\$ 538.00										
jul-21	50	sep-21	17	33	\$ 79.20	\$ 250.00	\$ 867.20										
		oct-21	17	16	\$ 38.40		\$ 905.60										
		nov-21	16	0	\$ -		\$ 905.60										
oct-21	79	dic-21	25	54	\$ 129.60	\$ 250.00	\$ 1,285.20										
		ene-22	22	32	\$ 76.80		\$ 1,362.00										
		feb-22	16	16	\$ 38.40		\$ 1,400.40										
		mar-22	16	0	\$ -		\$ 1,400.40										
feb-22	16	abr-22	16	0	\$ -	\$ 250.00	\$ 1,650.40										

Anexo IV. Continuación Algoritmo Silver Meal SKU7

		Costo de mantener inventario		0.7																	
		Costo por ordenar		\$ 160.00																	
T	DEMANDA	S	D*H*(1)	D*H*(2)	D*H*(3)	D*H*(4)	D*H*(5)	D*H*(6)	D*H*(7)	D*H*(8)	D*H*(9)	D*H*(10)	D*H*(11)	Suma Fila	CT	CTUT					
1	may-21	78	160											160	160	160.000					
2	jun-21	77		53.9										53.9	213.9	106.950					
3	jul-21	71			99.4									99.4	313.3	104.433					
4	ago-21	73				153.3								153.3	466.6	116.650					
5	sep-21	72					201.6							201.6	668.2	133.640					
6	oct-21	80						280						280	948.2	158.033					
7	nov-21	77							323.4					323.4	1271.6	181.657					
8	dic-21	77								377.3				377.3	1648.9	206.113					
9	ene-22	73									408.8			408.8	2057.7	228.633					
10	feb-22	73										459.9		459.9	2517.6	251.760					
11	mar-22	72											504	504	3021.6	274.691					
12	abr-22	78												600.6	600.6	3622.2	301.850				
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	Suma Fila	CT	CTUT					
1	ago-21	73	160											160	160	160.000					
2	sep-21	72		50.4										50.4	210.4	105.200					
3	oct-21	80			112									112	322.4	107.467					
4	nov-21	77				161.7								161.7	484.1	121.025					
5	dic-21	77					215.6							215.6	699.7	139.940					
6	ene-22	73						255.5						255.5	955.2	159.200					
7	feb-22	73							306.6					306.6	1261.8	180.257					
8	mar-22	72								352.8				352.8	1614.6	201.825					
9	abr-22	78																			
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	Suma Fila	CT	CTUT					
1	oct-21	80	160											160	160	160.000					
2	nov-21	77		53.9										53.9	213.9	106.950					
3	dic-21	77			107.8									107.8	321.7	107.233					
4	ene-22	73				153.3								153.3	475	118.750					
5	feb-22	73					204.4							204.4	679.4	135.880					
6	mar-22	72																			
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	Suma Fila	CT	CTUT					
1	dic-21	77	160											160	160	160.000					
2	ene-22	73		51.1										51.1	211.1	105.550					
3	feb-22	73			102.2									102.2	313.3	104.433					
4	mar-22	72				151.2								151.2	464.5	116.125					
5	abr-22	78																			
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	Suma Fila	CT	CTUT					
1	mar-22	72	\$160.00											160	160	160.000					
2	abr-22	78		54.6										54.6	214.6	107.300					
LANZAR PEDIDO (lead time=40 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO														
mar-21	226	may-21	78	148	\$ 103.60	\$ 160.00	\$ 263.60														
		jun-21	77	71	\$ 49.70		\$ 313.30														
		jul-21	71	0	\$ -		\$ 313.30														
jun-21	145	ago-21	73	72	\$ 50.40	\$ 160.00	\$ 523.70														
		sep-21	72	0	\$ -		\$ 523.70														
ago-21	157	oct-21	80	77	\$ 53.90	\$ 160.00	\$ 737.60														
		nov-21	77	0	\$ -		\$ 737.60														
oct-21	223	dic-21	77	146	\$ 102.20	\$ 160.00	\$ 999.80														
		ene-22	73	73	\$ 51.10		\$ 1,050.90														
		feb-22	73	0	\$ -		\$ 1,050.90														
ene-22	150	mar-22	72	78	\$ 54.60	\$ 160.00	\$ 1,265.50														
		abr-22	78	0	\$ -		\$ 1,265.50														

Anexo IV. Continuación Algoritmo Silver Meal SKU8

Costo de mantener inventario			0.6													
Costo por ordenar			\$ 160.00													
T	DEMANDA	S	D*H*(1)	D*H*(2)	D*H*(3)	D*H*(4)	D*H*(5)	D*H*(6)	D*H*(7)	D*H*(8)	D*H*(9)	D*H*(10)	D*H*(11)	Suma Fila	CT	CTUT
1	may-21	48	160											160	160	160.000
2	jun-21	54		32.4										32.4	192.4	96.200
3	jul-21	47			56.4									56.4	248.8	82.933
4	ago-21	45				81								81	329.8	82.450
5	sep-21	47					112.8							112.8	442.6	88.520
6	oct-21	43						129						129	571.6	95.267
7	nov-21	49							176.4					176.4	748	106.857
8	dic-21	57								239.4				239.4	987.4	123.425
9	ene-22	50									240			240	1227.4	136.378
10	feb-22	47										253.8		253.8	1481.2	148.120
11	mar-22	48											288	288	1769.2	160.836
12	abr-22	44												290.4	2059.6	171.633
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	Suma Fila	CT	CTUT
1	sep-21	47	160											160	160	160.000
2	oct-21	43		25.8										25.8	185.8	92.900
3	nov-21	49			58.8									58.8	244.6	81.533
4	dic-21	57				102.6								102.6	347.2	86.800
5	ene-22	50					120							120	467.2	93.440
6	feb-22	47						141						141	608.2	101.367
7	mar-22	48							172.8					172.8	781	111.571
8	abr-22	44								184.8				184.8	965.8	120.725
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	Suma Fila	CT	CTUT
1	dic-21	57	160											160	160	160.000
2	ene-22	50		30										30	190	95.000
3	feb-22	47			56.4									56.4	246.4	82.133
4	mar-22	48				86.4								86.4	332.8	83.200
5	abr-22	44					105.6							105.6	438.4	87.680
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	Suma Fila	CT	CTUT
1	mar-22	48	160											160	160	160.000
2	abr-22	44		26.4										26.4	186.4	93.200
LANZAR PEDIDO (lead time=40 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO									
mar-21	194	may-21	48	146	\$ 87.60	\$ 160.00	\$ 247.60									
		jun-21	54	92	\$ 55.20		\$ 302.80									
		jul-21	47	45	\$ 27.00		\$ 329.80									
		ago-21	45	0	\$ -		\$ 329.80									
jul-21	139	sep-21	47	92	\$ 55.20	\$ 160.00	\$ 545.00									
		oct-21	43	49	\$ 29.40		\$ 574.40									
		nov-21	49	0	\$ -		\$ 574.40									
oct-21	154	dic-21	57	97	\$ 58.20	\$ 160.00	\$ 792.60									
		ene-22	50	47	\$ 28.20		\$ 820.80									
		feb-22	47	0	\$ -		\$ 820.80									
ene-22	92	mar-22	48	44	\$ 26.40	\$ 160.00	\$ 1,007.20									
		abr-22	44	0	\$ -		\$ 1,007.20									

Anexo IV. Continuación Algoritmo Silver Meal SKU10

		Costo de mantener inventario		0.14																
		Costo por ordenar		\$ 120.00																
T	DEMANDA	S	D*H*(1)	D*H*(2)	D*H*(3)	D*H*(4)	D*H*(5)	D*H*(6)	D*H*(7)	D*H*(8)	D*H*(9)	D*H*(10)	D*H*(11)	Suma Fila	CT	CTUT				
1	may-21	25	120											120	120	120.000				
2	jun-21	31		4.34										4.34	124.34	62.170				
3	jul-21	23			6.44									6.44	130.78	43.593				
4	ago-21	22				9.24								9.24	140.02	35.005				
5	sep-21	21					11.76							11.76	151.78	30.356				
6	oct-21	23						16.1						16.1	167.88	27.980				
7	nov-21	25							21					21	188.88	26.983				
8	dic-21	32								31.36				31.36	220.24	27.530				
9	ene-22	24									26.88			26.88	247.12	27.458				
10	feb-22	24										30.24		30.24	277.36	27.736				
11	mar-22	23											32.2	32.2	309.56	28.142				
12	abr-22	25												38.5	348.06	29.005				
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	Suma Fila	CT	CTUT				
1	dic-21	32	120											120	120	120.000				
2	ene-22	24		3.36										3.36	123.36	61.680				
3	feb-22	24			6.72									6.72	130.08	43.360				
4	mar-22	23				9.66								9.66	139.74	34.935				
5	abr-22	25					14							14	153.74	30.748				
LANZAR PEDIDO (lead time=50 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO													
mar-21	170	may-21	25	145	\$ 20.30	\$ 120.00	\$ 140.30													
		jun-21	31	114	\$ 15.96		\$ 156.26													
		jul-21	23	91	\$ 12.74		\$ 169.00													
		ago-21	22	69	\$ 9.66		\$ 178.66													
		sep-21	21	48	\$ 6.72		\$ 185.38													
		oct-21	23	25	\$ 3.50		\$ 188.88													
		nov-21	25	0	\$ -		\$ 188.88													
oct-21	128	dic-21	32	96	\$ 13.44	\$ 120.00	\$ 322.32													
		ene-22	24	72	\$ 10.08		\$ 332.40													
		feb-22	24	48	\$ 6.72		\$ 339.12													
		mar-22	23	25	\$ 3.50		\$ 342.62													
		abr-22	25	0	\$ -		\$ 342.62													

Anexo IV. Continuación Algoritmo Silver Meal SKU11

Costo de mantener inventario			0.22														
Costo por ordenar			\$ 100.00														
T	DEMANDA	S	D*H*(1)	D*H*(2)	D*H*(3)	D*H*(4)	D*H*(5)	D*H*(6)	D*H*(7)	D*H*(8)	D*H*(9)	D*H*(10)	D*H*(11)	Suma Fila	CT	CTUT	
1	may-21	35	100											100	100	100.000	
2	jun-21	30		6.6										6.6	106.6	53.300	
3	jul-21	26			11.44									11.44	118.04	39.347	
4	ago-21	27				17.82								17.82	135.86	33.965	
5	sep-21	22					19.36							19.36	155.22	31.044	
6	oct-21	29						31.9						31.9	187.12	31.187	
7	nov-21	28							36.96					36.96	224.08	32.011	
8	dic-21	26								40.04				40.04	264.12	33.015	
9	ene-22	31									54.56			54.56	318.68	35.409	
10	feb-22	23										45.54		45.54	364.22	36.422	
11	mar-22	25											55	55	419.22	38.111	
12	abr-22	29											70.18	70.18	489.4	40.783	
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	Suma Fila	CT	CTUT	
1	oct-21	29	100											100	100	100.000	
2	nov-21	28		6.16										6.16	106.16	53.080	
3	dic-21	26			11.44									11.44	117.6	39.200	
4	ene-22	31				20.46								20.46	138.06	34.515	
5	feb-22	23					20.24							20.24	158.3	31.660	
6	mar-22	25						27.5						27.5	185.8	30.967	
7	abr-22	29							38.28					38.28	224.08	32.011	
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	Suma Fila	CT	CTUT	
1	abr-22	29	100											100	100	100.000	
LANZAR PEDIDO (lead time=50 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO										
mar-21	140	may-21	35	105	\$ 23.10	\$ 100.00	\$ 123.10										
		jun-21	30	75	\$ 16.50		\$ 139.60										
		jul-21	26	49	\$ 10.78		\$ 150.38										
		ago-21	27	22	\$ 4.84		\$ 155.22										
		sep-21	22	0	\$ -		\$ 155.22										
ago-21	162	oct-21	29	133	\$ 29.26	\$ 100.00	\$ 284.48										
		nov-21	28	105	\$ 23.10		\$ 307.58										
		dic-21	26	79	\$ 17.38		\$ 324.96										
		ene-22	31	48	\$ 10.56		\$ 335.52										
		feb-22	23	25	\$ 5.50		\$ 341.02										
		mar-22	25	0	\$ -		\$ 341.02										
feb-22	29	abr-22	29	0	\$ -	\$ 100.00	\$ 441.02										

Anexo IV. Continuación Algoritmo Silver Meal SKU12

Costo de mantener inventario			0.64														
Costo por ordenar			\$ 160.00														
T	DEMANDA	S	D*H*(1)	D*H*(2)	D*H*(3)	D*H*(4)	D*H*(5)	D*H*(6)	D*H*(7)	D*H*(8)	D*H*(9)	D*H*(10)	D*H*(11)	Suma Fila	CT	CTUT	
1	may-21	23	160											160	160	160.000	
2	jun-21	28		17.92										17.92	177.92	88.960	
3	jul-21	20			25.6									25.6	203.52	67.840	
4	ago-21	17				32.64								32.64	236.16	59.040	
5	sep-21	16					40.96							40.96	277.12	55.424	
6	oct-21	17						54.4						54.4	331.52	55.253	
7	nov-21	23							88.32					88.32	419.84	59.977	
8	dic-21	29								129.92				129.92	549.76	68.720	
9	ene-22	18									92.16			92.16	641.92	71.324	
10	feb-22	16										92.16		92.16	734.08	73.408	
11	mar-22	14											89.6	89.6	823.68	74.880	
12	abr-22	16												112.64	112.64	936.32	78.027
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	Suma Fila	CT	CTUT	
1	nov-21	23	160											160	160	160.000	
2	dic-21	29		18.56										18.56	178.56	89.280	
3	ene-22	18			23.04									23.04	201.6	67.200	
4	feb-22	16				30.72								30.72	232.32	58.080	
5	mar-22	14					35.84							35.84	268.16	53.632	
6	abr-22	16						51.2						51.2	319.36	53.227	
LANZAR PEDIDO (lead time=40 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MITTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO										
mar-21	121	may-21	23	98	\$ 62.72	\$ 160.00	\$ 222.72										
		jun-21	28	70	\$ 44.80		\$ 267.52										
		jul-21	20	50	\$ 32.00		\$ 299.52										
		ago-21	17	33	\$ 21.12		\$ 320.64										
		sep-21	16	17	\$ 10.88		\$ 331.52										
		oct-21	17	0	\$ -		\$ 331.52										
sep-21	116	nov-21	23	93	\$ 59.52	\$ 160.00	\$ 551.04										
		dic-21	29	64	\$ 40.96		\$ 592.00										
		ene-22	18	46	\$ 29.44		\$ 621.44										
		feb-22	16	30	\$ 19.20		\$ 640.64										
		mar-22	14	16	\$ 10.24		\$ 650.88										
		abr-22	16	0	\$ -		\$ 650.88										

Anexo IV. Continuación Algoritmo Silver Meal SKU13

		Costo de mantener inventario		0.3													
		Costo por ordenar		\$ 100.00													
	T	DEMANDA	S	D*H*(1)	D*H*(2)	D*H*(3)	D*H*(4)	D*H*(5)	D*H*(6)	D*H*(7)	D*H*(8)	D*H*(9)	D*H*(10)	D*H*(11)	Suma Fila	CT	CTUT
1	may-21	60	100												100	100	100.000
2	jun-21	73		21.9											21.9	121.9	60.950
3	jul-21	70			42										42	163.9	54.633
4	ago-21	65				58.5									58.5	222.4	55.600
5	sep-21	61					73.2								73.2	295.6	59.120
6	oct-21	64						96							96	391.6	65.267
7	nov-21	61							109.8						109.8	501.4	71.629
8	dic-21	66								138.6					138.6	640	80.000
9	ene-22	64									153.6				153.6	793.6	88.178
10	feb-22	64										172.8			172.8	966.4	96.640
11	mar-22	65											195		195	1161.4	105.582
12	abr-22	62												204.6	204.6	1366	113.833
	T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	Suma Fila	CT	CTUT
1	ago-21	65	100												100	100	100.000
2	sep-21	61		18.3											18.3	118.3	59.150
3	oct-21	64			38.4										38.4	156.7	52.233
4	nov-21	61				54.9									54.9	211.6	52.900
5	dic-21	66					79.2								79.2	290.8	58.160
6	ene-22	64						96							96	386.8	64.467
	feb-22	64															
	mar-22	65															
	abr-22	62															
	T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	Suma Fila	CT	CTUT
1	nov-21	61	\$100.00												100	100	100.000
2	dic-21	66		19.8											19.8	119.8	59.900
3	ene-22	64			38.4										38.4	158.2	52.733
4	feb-22	64				57.6									57.6	215.8	53.950
5	mar-22	65					78								78	293.8	58.760
6	abr-22	62						93							93	386.8	64.467
	T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	Suma Fila	CT	CTUT
1	feb-22	64	\$100.00												100	100	100.000
2	mar-22	65		19.5											19.5	119.5	59.750
3	abr-22	62			37.2										37.2	156.7	52.233
	LANZAR PEDIDO (lead time=40 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO									
	mar-21	203	may-21	60	143	\$ 42.90	\$ 100.00	\$ 142.90									
			jun-21	73	70	\$ 21.00		\$ 163.90									
			jul-21	70	0	\$ -		\$ 163.90									
	jun-21	190	ago-21	65	125	\$ 37.50	\$ 100.00	\$ 301.40									
			sep-21	61	64	\$ 19.20		\$ 320.60									
			oct-21	64	0	\$ -		\$ 320.60									
	sep-21	191	nov-21	61	130	\$ 39.00	\$ 100.00	\$ 459.60									
			dic-21	66	64	\$ 19.20		\$ 478.80									
			ene-22	64	0	\$ -		\$ 478.80									
	dic-21	191	feb-22	64	127	\$ 38.10	\$ 100.00	\$ 616.90									
			mar-22	65	62	\$ 18.60		\$ 635.50									
			abr-22	62	0	\$ -		\$ 635.50									

Anexo IV. Continuación Algoritmo Silver Meal SKU14

		Costo de mantener inventario		1.52													
		Costo por ordenar		\$ 150.00													
T	DEMANDA	S	D*H*(1)	D*H*(2)	D*H*(3)	D*H*(4)	D*H*(5)	D*H*(6)	D*H*(7)	D*H*(8)	D*H*(9)	D*H*(10)	D*H*(11)	suma Filas	CT	CTUT	
1	may-21	20	150											150	150	150.000	
2	jun-21	36		54.72										54.72	204.72	102.360	
3	jul-21	25			76									76	280.72	93.573	
4	ago-21	23				104.88								104.88	385.6	96.400	
5	sep-21	20					121.6							121.6	507.2	101.440	
6	oct-21	22						167.2						167.2	674.4	112.400	
7	nov-21	20							182.4					182.4	856.8	122.400	
8	dic-21	30								319.2				319.2	1176	147.000	
9	ene-22	23									279.68			279.68	1455.7	161.742	
10	feb-22	21										287.28		287.28	1743	174.296	
11	mar-22	20											304	304	2047	186.087	
12	abr-22	19												317.68	317.68	2364.6	197.053
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	suma Filas	CT	CTUT	
1	ago-21	23	150											150	150	150.000	
2	sep-21	20		30.4										30.4	180.4	90.200	
3	oct-21	22			66.88									66.88	247.28	82.427	
4	nov-21	20				91.2								91.2	338.48	84.620	
5	dic-21	30					182.4							182.4	520.88	104.176	
6	ene-22	23						174.8						174.8	695.68	115.947	
	feb-22	21															
	mar-22	20															
	abr-22	19															
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	suma Filas	CT	CTUT	
1	nov-21	20	\$150.00											150	150	150.000	
2	dic-21	30		45.6										45.6	195.6	97.800	
3	ene-22	23			69.92									69.92	265.52	88.507	
4	feb-22	21				95.76								95.76	361.28	90.320	
5	mar-22	20					121.6							121.6	482.88	96.576	
6	abr-22	19						144.4						144.4	627.28	104.547	
T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	suma Filas	CT	CTUT	
1	feb-22	21	\$150.00											150	150	150.000	
2	mar-22	20		30.4										30.4	180.4	90.200	
3	abr-22	19			57.76									57.76	238.16	79.387	
LANZAR PEDIDO (lead time=40 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO										
	mar-21	81	may-21	20	61	\$ 92.72	\$ 150.00	\$ 242.72									
			jun-21	36	25	\$ 38.00		\$ 280.72									
			jul-21	25	0	\$ -		\$ 280.72									
	jun-21	65	ago-21	23	42	\$ 63.84	\$ 150.00	\$ 494.56									
			sep-21	20	22	\$ 33.44		\$ 528.00									
			oct-21	22	0	\$ -		\$ 528.00									
	sep-21	73	nov-21	20	53	\$ 80.56	\$ 150.00	\$ 758.56									
			dic-21	30	23	\$ 34.96		\$ 793.52									
			ene-22	23	0	\$ -		\$ 793.52									
	dic-21	60	feb-22	21	39	\$ 59.28	\$ 150.00	\$ 1,002.80									
			mar-22	20	19	\$ 28.88		\$ 1,031.68									
			abr-22	19	0	\$ -		\$ 1,031.68									

Anexo IV. Continuación Algoritmo Silver Meal SKU17

		Costo de mantener inventario		0.5															
		Costo por ordenar		\$ 150.00															
	T	DEMANDA	S	D*H*(1)	D*H*(2)	D*H*(3)	D*H*(4)	D*H*(5)	D*H*(6)	D*H*(7)	D*H*(8)	D*H*(9)	D*H*(10)	D*H*(11)	suma Fil	CT	CTUT		
1	may-21	49	150												150	150	150.000		
2	jun-21	63		31.5											31.5	181.5	90.750		
3	jul-21	51			51										51	232.5	77.500		
4	ago-21	53				79.5									79.5	312	78.000		
5	sep-21	52					104								104	416	83.200		
6	oct-21	54						135							135	551	91.833		
7	nov-21	45							135						135	686	98.000		
8	dic-21	55								192.5					192.5	878.5	109.813		
9	ene-22	50									200				200	1078.5	119.833		
10	feb-22	49										220.5			220.5	1299	129.900		
11	mar-22	46											230		230	1529	139.000		
12	abr-22	51												280.5	280.5	1809.5	150.792		
	T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	suma Fil	CT	CTUT		
1	ago-21	53	150												150	150	150.000		
2	sep-21	52		26											26	176	88.000		
3	oct-21	54			54										54	230	76.667		
4	nov-21	45				67.5									67.5	297.5	74.375		
5	dic-21	55					110								110	407.5	81.500		
6	ene-22	50						125							125	532.5	88.750		
	feb-22	49																	
	mar-22	46																	
	abr-22	51																	
	T	DEMANDA	S	D*I*c	D*I*c(2)	D*I*c(3)	D*I*c(4)	D*I*c(5)	D*I*c(6)	D*I*c(7)	D*I*c(8)	D*I*c(9)	D*I*c(10)	D*I*c(11)	suma Fil	CT	CTUT		
1	dic-21	55	\$150.00												150	150	150.000		
2	ene-22	50		25											25	175	87.500		
3	feb-22	49			49										49	224	74.667		
4	mar-22	46				69									69	293	73.250		
5	abr-22	51					102								102	395	79.000		
LANZAR PEDIDO (lead time=40 días)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO												
	mar-21	163	may-21	49	114	\$ 57.00	\$ 150.00	\$ 207.00											
			jun-21	63	51	\$ 25.50		\$ 232.50											
			jul-21	51	0	\$ -		\$ 232.50											
	jun-21	204	ago-21	53	151	\$ 75.50	\$ 150.00	\$ 458.00											
			sep-21	52	99	\$ 49.50		\$ 507.50											
			oct-21	54	45	\$ 22.50		\$ 530.00											
			nov-21	45	0	\$ -		\$ 530.00											
	oct-21	200	dic-21	55	145	\$ 72.50	\$ 150.00	\$ 752.50											
			ene-22	50	95	\$ 47.50		\$ 800.00											
			feb-22	49	46	\$ 23.00		\$ 823.00											
			mar-22	46	0	\$ -		\$ 823.00											
	feb-22	51	abr-22	51	0	\$ -	\$ 150.00	\$ 973.00											

Anexo IV. Continuación Algoritmo Silver Meal SKU18

T	DEMANDA	S	D*H*(1)	D*H*(2)	D*H*(3)	D*H*(4)	D*H*(5)	D*H*(6)	D*H*(7)	D*H*(8)	D*H*(9)	D*H*(10)	D*H*(11)	suma Fil	CT	CTUT
1	may-21	19	100											100	100	100.000
2	jun-21	36		0.72										0.72	100.72	50.360
3	jul-21	24			0.96									0.96	101.68	33.893
4	ago-21	21				1.26								1.26	102.94	25.735
5	sep-21	18					1.44							1.44	104.38	20.876
6	oct-21	16						1.6						1.6	105.98	17.663
7	nov-21	8							0.96					0.96	106.94	15.277
8	dic-21	23								3.22				3.22	110.16	13.770
9	ene-22	17									2.72			2.72	112.88	12.542
10	feb-22	17										3.06		3.06	115.94	11.594
11	mar-22	15											3	3	118.94	10.813
12	abr-22	13												2.86	121.8	10.150

LANZAR PEDIDO (lead time=40 días)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	227	may-21	19	208	\$ 4.16	\$ 100.00	\$ 104.16
		jun-21	36	172	\$ 3.44		\$ 107.60
		jul-21	24	148	\$ 2.96		\$ 110.56
		ago-21	21	127	\$ 2.54		\$ 113.10
		sep-21	18	109	\$ 2.18		\$ 115.28
		oct-21	16	93	\$ 1.86		\$ 117.14
		nov-21	8	85	\$ 1.70		\$ 118.84
		dic-21	23	62	\$ 1.24		\$ 120.08
		ene-22	17	45	\$ 0.90		\$ 120.98
		feb-22	17	28	\$ 0.56		\$ 121.54
		mar-22	15	13	\$ 0.26		\$ 121.80
		abr-22	13	0	\$ -		\$ 121.80

ANEXO V. Método de Wagner Whitin

Anexo AV. Código Algoritmo de Wagner Whitin

```

library(scperf)
#Demanda
x <- c()
#Costo por Ordenar
a <-
#Costo por Almacenar (1.12)
h <-

ww(x, a, h, method="backward")

ww(x, a, h, method="forward")

```

Anexo BV. Algoritmo de Wagner Whitin SKU2

TVC:

[1] 1491.82

soluion:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]
[1,]	180.00	NA								
[2,]	251.98	360.00	NA							
[3,]	388.86	428.44	431.98	NA						
[4,]	572.94	551.16	493.34	568.86	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[5,]	818.38	735.24	616.06	630.22	673.34	NA	NA	NA	NA	NA
[6,]	1125.18	980.68	800.14	752.94	734.70	796.06	NA	NA	NA	NA
[7,]	1514.58	1305.18	1059.74	947.64	864.50	860.96	914.70	NA	NA	NA
[8,]	2059.74	1772.46	1449.14	1259.16	1098.14	1016.72	992.58	1040.96	NA	NA
[9,]	2682.78	2317.62	1916.42	1648.56	1409.66	1250.36	1148.34	1118.84	1172.58	NA
[10,]	3309.36	2874.58	2403.76	2066.28	1757.76	1528.84	1357.20	1258.08	1242.20	1298.84
[11,]	3981.96	3479.92	2941.84	2537.10	2161.32	1865.14	1626.24	1459.86	1376.72	1366.10
[12,]	4747.78	4176.12	3568.42	3094.06	2648.66	2282.86	1974.34	1738.34	1585.58	1505.34
	[,11]	[,12]								
[1,]	NA	NA								
[2,]	NA	NA								
[3,]	NA	NA								
[4,]	NA	NA								
[5,]	NA	NA								
[6,]	NA	NA								
[7,]	NA	NA								
[8,]	NA	NA								
[9,]	NA	NA								
[10,]	NA	NA								
[11,]	1422.20	NA								
[12,]	1491.82	1546.1								

Jt:

[1] "1" "1" "1" "3" "3" "5" "6" "7" "8" "9" "10" "11"

LANZAR PEDIDO (lead time=40 días)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTD	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	123	may-21	62	61	\$ 71.98	\$ 180.00	\$ 251.98
		jun-21	61	0	\$ -		\$ 251.98
may-21	110	jul-21	58	52	\$ 61.36	\$ 180.00	\$ 493.34
		ago-21	52	0	\$ -		\$ 493.34
jul-21	104	sep-21	52	52	\$ 61.36	\$ 180.00	\$ 734.70
		oct-21	52	0	\$ -		\$ 734.70
sep-21	121	nov-21	55	66	\$ 77.88	\$ 180.00	\$ 992.58
		dic-21	66	0	\$ -		\$ 992.58
nov-21	125	ene-22	66	59	\$ 69.62	\$ 180.00	\$ 1,242.20
		feb-22	59	0	\$ -		\$ 1,242.20
ene-22	116	mar-22	57	59	\$ 69.62	\$ 180.00	\$ 1,491.82
		abr-22	59	0	\$ -		\$ 1,491.82

Anexo BV. Continuación Algoritmo de Wagner Whitin SKU3

```

.....
[1] 1219.72
Solution:
[ ,1] [ ,2] [ ,3] [ ,4] [ ,5] [ ,6] [ ,7] [ ,8] [ ,9] [ ,10]
[1,] 180.00 NA NA NA NA NA NA NA NA NA
[2,] 233.32 360.00 NA NA NA NA NA NA NA NA
[3,] 320.12 403.40 413.32 NA NA NA NA NA NA NA
[4,] 442.88 485.24 454.24 500.12 NA NA NA NA NA NA
[5,] 596.64 600.56 531.12 538.56 622.88 NA NA NA NA NA
[6,] 788.84 754.32 646.44 615.44 661.32 711.12 NA NA NA NA
[7,] 1034.36 958.92 810.12 738.20 743.16 752.04 795.44 NA NA NA
[8,] 1381.56 1256.52 1058.12 936.60 891.96 851.24 845.04 918.20 NA NA
[9,] 1708.92 1542.96 1303.64 1141.20 1055.64 974.00 926.88 959.12 1025.04 NA
[10,] 2066.04 1860.40 1581.40 1379.28 1254.04 1132.72 1045.92 1038.48 1064.72 1106.88
[11,] 2450.44 2206.36 1888.92 1648.36 1484.68 1324.92 1199.68 1153.80 1141.60 1145.32
[12,] 2859.64 2578.36 2223.72 1945.96 1745.08 1548.12 1385.68 1302.60 1253.20 1219.72
[ ,11] [ ,12]
[1,] NA NA
[2,] NA NA
[3,] NA NA
[4,] NA NA
[5,] NA NA
[6,] NA NA
[7,] NA NA
[8,] NA NA
[9,] NA NA
[10,] NA NA
[11,] 1218.48 NA
[12,] 1255.68 1321.6
Jt:
[1] "1" "1" "1" "1" "3" "4" "4" "7" "7" "8" "9" "10"

```

LANZAR PEDIDO (lead time=40 días)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTD	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	115	may-21	37	78	\$ 96.72	\$ 180.00	\$ 276.72
		jun-21	43	35	\$ 43.40		\$ 320.12
		jul-21	35	0	\$ -		\$ 320.12
jun-21	95	ago-21	33	62	\$ 76.88	\$ 180.00	\$ 577.00
		sep-21	31	31	\$ 38.44		\$ 615.44
		oct-21	31	0	\$ -		\$ 615.44
sep-21	106	nov-21	33	73	\$ 90.52	\$ 180.00	\$ 885.96
		dic-21	40	33	\$ 40.92		\$ 926.88
		ene-22	33	0	\$ -		\$ 926.88
dic-21	93	feb-22	32	61	\$ 75.64	\$ 180.00	\$ 1,182.52
		mar-22	31	30	\$ 37.20		\$ 1,219.72
		abr-22	30	0	\$ -		\$ 1,219.72

Anexo BV. Continuación Algoritmo de Wagner Whitin SKU4

TVC:

[1] 1551.6

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]
[1,]	250.0	NA									
[2,]	314.8	500.0	NA								
[3,]	415.6	550.4	564.8	NA							
[4,]	538.0	632.0	605.6	665.6	NA						
[5,]	701.2	754.4	687.2	706.4	788.0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[6,]	905.2	917.6	809.6	788.0	828.8	937.2	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	1135.6	1109.6	963.2	903.2	905.6	975.6	1038.0	NA	NA	NA	NA
[8,]	1555.6	1469.6	1263.2	1143.2	1085.6	1095.6	1098.0	1153.2	NA	NA	NA
[9,]	1978.0	1839.2	1580.0	1407.2	1296.8	1254.0	1203.6	1206.0	1335.6	NA	NA
[10,]	2323.6	2146.4	1848.8	1637.6	1488.8	1407.6	1318.8	1282.8	1374.0	1453.6	NA
[11,]	2707.6	2492.0	2156.0	1906.4	1719.2	1599.6	1472.4	1398.0	1450.8	1492.0	1532.8
[12,]	3130.0	2876.0	2501.6	2213.6	1988.0	1830.0	1664.4	1551.6	1566.0	1568.8	1571.2

[,12]
[1,] NA
[2,] NA
[3,] NA
[4,] NA
[5,] NA
[6,] NA
[7,] NA
[8,] NA
[9,] NA
[10,] NA
[11,] NA
[12,] 1648

Jt:

[1] "1" "1" "1" "1" "3" "4" "4" "5" "7" "8" "8" "8"

LANZAR PEDIDO (lead time=40 días)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	65	may-21	17	48	\$ 115.20	\$ 250.00	\$ 365.20
		jun-21	27	21	\$ 50.40		\$ 415.60
		jul-21	21	0	\$ -		\$ 415.60
jun-21	67	ago-21	17	50	\$ 120.00	\$ 250.00	\$ 785.60
		sep-21	17	33	\$ 79.20		\$ 864.80
		oct-21	17	16	\$ 38.40		\$ 903.20
		nov-21	16	0	\$ -		\$ 903.20
oct-21	95	dic-21	25	70	\$ 168.00	\$ 250.00	\$ 1,321.20
		ene-22	22	48	\$ 115.20		\$ 1,436.40
		feb-22	16	32	\$ 76.80		\$ 1,513.20
		mar-22	16	16	\$ 38.40		\$ 1,551.60
		abr-22	16	0	\$ -		\$ 1,551.60

Anexo BV. Continuación Algoritmo de Wagner Whitin SKU5

TVC:
[1] 2504

soLution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	275	NA	NA	NA								
[2,]	464	550	NA	NA	NA							
[3,]	716	676	739	NA	NA	NA						
[4,]	1052	900	851	951	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[5,]	1500	1236	1075	1063	1126	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[6,]	2095	1712	1432	1301	1245	1338	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	2893	2377	1964	1700	1511	1471	1520	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	4265	3553	2944	2484	2099	1863	1716	1746	NA	NA	NA	NA
[9,]	5329	4484	3742	3149	2631	2262	1982	1879	1991	NA	NA	NA
[10,]	6337	5380	4526	3821	3191	2710	2318	2103	2103	2154	NA	NA
[11,]	7457	6388	5422	4605	3863	3270	2766	2439	2327	2266	2378	NA
[12,]	8843	7648	6556	5613	4745	4026	3396	2943	2705	2518	2504	2541

Jt:

[1] "1" "1" "2" "3" "4" "5" "6" "7" "8"
 [10] "8 or 9" "10" "11"
 > |

LANZAR PEDIDO (lead time=40 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	46	may-21	19	27	\$ 189.00	\$ 275.00	\$ 464.00
		jun-21	27	0	\$ -		\$ 464.00
may-21	34	jul-21	18	16	\$ 112.00	\$ 275.00	\$ 851.00
		ago-21	16	0	\$ -		\$ 851.00
jul-21	33	sep-21	16	17	\$ 119.00	\$ 275.00	\$ 1,245.00
		oct-21	17	0	\$ -		\$ 1,245.00
sep-21	47	nov-21	19	28	\$ 196.00	\$ 275.00	\$ 1,716.00
		dic-21	28	0	\$ -		\$ 1,716.00
nov-21	35	ene-22	19	16	\$ 112.00	\$ 275.00	\$ 2,103.00
		feb-22	16	0	\$ -		\$ 2,103.00
ene-22	34	mar-22	16	18	\$ 126.00	\$ 275.00	\$ 2,504.00
		abr-22	18	0	\$ -		\$ 2,504.00

Anexo BV. Continuación Algoritmo de Wagner Whitin SKU6

TVC:
[1] 1352

solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	180	NA	NA	NA								
[2,]	253	360	NA	NA	NA							
[3,]	367	417	433	NA	NA	NA						
[4,]	505	509	479	547	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[5,]	689	647	571	593	659	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[6,]	899	815	697	677	701	751	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	1199	1065	897	827	801	801	857	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	1640	1443	1212	1079	990	927	920	981	NA	NA	NA	NA
[9,]	2072	1821	1536	1349	1206	1089	1028	1035	1100	NA	NA	NA
[10,]	2504	2205	1872	1637	1446	1281	1172	1131	1148	1208	NA	NA
[11,]	3004	2655	2272	1987	1746	1531	1372	1281	1248	1258	1311	NA
[12,]	3521	3125	2695	2363	2075	1813	1607	1469	1389	1352	1358	1428

Jt:

[1] "1" "1" "1" "3" "3" "4" "5 or 6" "7" "7" "8" "9" "10"
>

LANZAR PEDIDO (lead time=40 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MITTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	182	may-21	52	130	\$ 130.00	\$ 180.00	\$ 310.00
		jun-21	73	57	\$ 57.00		\$ 367.00
		jul-21	57	0	\$ -		\$ 367.00
jun-21	134	ago-21	46	88	\$ 88.00	\$ 180.00	\$ 635.00
		sep-21	46	42	\$ 42.00		\$ 677.00
		oct-21	42	0	\$ -		\$ 677.00
sep-21	167	nov-21	50	117	\$ 117.00	\$ 180.00	\$ 974.00
		dic-21	63	54	\$ 54.00		\$ 1,028.00
		ene-22	54	0	\$ -		\$ 1,028.00
dic-21	145	feb-22	48	97	\$ 97.00	\$ 180.00	\$ 1,305.00
		mar-22	50	47	\$ 47.00		\$ 1,352.00
		abr-22	47	0	\$ -		\$ 1,352.00

Anexo BV. Continuación Algoritmo de Wagner Whitin SKU7

TVC:

[1] 1265.5

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	160.0	NA										
[2,]	213.9	320.0	NA									
[3,]	313.3	369.7	373.9	NA								
[4,]	466.6	471.9	425.0	473.3	NA							
[5,]	668.2	623.1	525.8	523.7	585.0	NA						
[6,]	948.2	847.1	693.8	635.7	641.0	683.7	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	1271.6	1116.6	909.4	797.4	748.8	737.6	795.7	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	1648.9	1440.0	1178.9	1013.0	910.5	845.4	849.6	897.6	NA	NA	NA	NA
[9,]	2057.7	1797.7	1485.5	1268.5	1114.9	998.7	951.8	948.7	1005.4	NA	NA	NA
[10,]	2517.6	2206.5	1843.2	1575.1	1370.4	1203.1	1105.1	1050.9	1056.5	1108.7	NA	NA
[11,]	3021.6	2660.1	2246.4	1927.9	1672.8	1455.1	1306.7	1202.1	1157.3	1159.1	1210.9	NA
[12,]	3622.2	3206.1	2737.8	2364.7	2055.0	1782.7	1579.7	1420.5	1321.1	1268.3	1265.5	1317.3

Jt:

[1] "1" "1" "1" "3" "4" "4" "6" "6" "8" "8" "9" "11"

> |

LANZAR PEDIDO (lead time=40 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	226	may-21	78	148	\$ 103.60	\$ 160.00	\$ 263.60
		jun-21	77	71	\$ 49.70		\$ 313.30
		jul-21	71	0	\$ -		\$ 313.30
jun-21	145	ago-21	73	72	\$ 50.40	\$ 160.00	\$ 523.70
		sep-21	72	0	\$ -		\$ 523.70
ago-21	157	oct-21	80	77	\$ 53.90	\$ 160.00	\$ 737.60
		nov-21	77	0	\$ -		\$ 737.60
oct-21	223	dic-21	77	146	\$ 102.20	\$ 160.00	\$ 999.80
		ene-22	73	73	\$ 51.10		\$ 1,050.90
		feb-22	73	0	\$ -		\$ 1,050.90
ene-22	150	mar-22	72	78	\$ 54.60	\$ 160.00	\$ 1,265.50
		abr-22	78	0	\$ -		\$ 1,265.50

Anexo BV. Continuación Algoritmo de Wagner Whitin SKU8

TVC:

[1] 984.4

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	160.0	NA	NA	NA	NA							
[2,]	192.4	320.0	NA	NA	NA	NA						
[3,]	248.8	348.2	352.4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[4,]	329.8	402.2	379.4	408.8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[5,]	442.6	486.8	435.8	437.0	489.8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[6,]	571.6	590.0	513.2	488.6	515.6	595.8	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	748.0	737.0	630.8	576.8	574.4	625.2	648.6	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	987.4	942.2	801.8	713.6	677.0	693.6	682.8	734.4	NA	NA	NA	NA
[9,]	1227.4	1152.2	981.8	863.6	797.0	783.6	742.8	764.4	837.0	NA	NA	NA
[10,]	1481.2	1377.8	1179.2	1032.8	938.0	896.4	827.4	820.8	865.2	902.8	NA	NA
[11,]	1769.2	1637.0	1409.6	1234.4	1110.8	1040.4	942.6	907.2	922.8	931.6	980.8	NA
[12,]	2059.6	1901.0	1647.2	1445.6	1295.6	1198.8	1074.6	1012.8	1002.0	984.4	1007.2	1067.2

Jt:

[1] "1" "1" "1" "1" "3" "4" "5" "5" "7" "8" "8" "10"

LANZAR PEDIDO (lead time=40 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	149	may-21	48	101	\$ 60.60	\$ 160.00	\$ 220.60
		jun-21	54	47	\$ 28.20		\$ 248.80
		jul-21	47	0	\$ -		\$ 248.80
jun-21	135	ago-21	45	90	\$ 54.00	\$ 160.00	\$ 462.80
		sep-21	47	43	\$ 25.80		\$ 488.60
ago-21		oct-21	43	0	\$ -		\$ 488.60
	156	nov-21	49	107	\$ 64.20	\$ 160.00	\$ 712.80
oct-21		dic-21	57	50	\$ 30.00		\$ 742.80
		ene-22	50	0	\$ -		\$ 742.80
	139	feb-22	47	92	\$ 55.20	\$ 160.00	\$ 958.00
ene-22		mar-22	48	44	\$ 26.40		\$ 984.40
		abr-22	44	0	\$ -		\$ 984.40

Anexo BV. Continuación Algoritmo de Wagner Whitin SKU9

TVC:

[1] 311.32

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	130.00	NA										
[2,]	132.94	260.00	NA									
[3,]	138.46	262.76	262.94	NA								
[4,]	146.38	268.04	265.58	268.46	NA							
[5,]	157.90	276.68	271.34	271.34	276.38	NA						
[6,]	171.70	287.72	279.62	276.86	279.14	287.90	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	188.62	301.82	290.90	285.32	284.78	290.72	301.70	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	208.78	319.10	305.30	296.84	293.42	296.48	304.58	318.62	NA	NA	NA	NA
[9,]	230.86	338.42	321.86	310.64	304.46	304.76	310.10	321.38	338.78	NA	NA	NA
[10,]	254.08	359.06	339.92	326.12	317.36	315.08	317.84	326.54	341.36	360.86	NA	NA
[11,]	282.28	384.44	362.48	345.86	334.28	329.18	329.12	335.00	347.00	363.68	384.08	NA
[12,]	311.32	410.84	386.24	366.98	352.76	345.02	342.32	345.56	354.92	368.96	386.72	412.28

Jt:

[1] "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1"

LANZAR PEDIDO (lead time=50 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTD	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	552	may-21	44	508	\$ 30.48	\$ 130.00	\$ 160.48
		jun-21	49	459	\$ 27.54		\$ 188.02
		jul-21	46	413	\$ 24.78		\$ 212.80
		ago-21	44	369	\$ 22.14		\$ 234.94
		sep-21	48	321	\$ 19.26		\$ 254.20
		oct-21	46	275	\$ 16.50		\$ 270.70
		nov-21	47	228	\$ 13.68		\$ 284.38
		dic-21	48	180	\$ 10.80		\$ 295.18
		ene-22	46	134	\$ 8.04		\$ 303.22
		feb-22	43	91	\$ 5.46		\$ 308.68
		mar-22	47	44	\$ 2.64		\$ 311.32
		abr-22	44	0	\$ -		\$ 311.32

Anexo BV. Continuación Algoritmo de Wagner Whitin SKU10

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	120.00	NA										
[2,]	124.34	240.00	NA									
[3,]	130.78	243.22	244.34	NA								
[4,]	140.02	249.38	247.42	250.78	NA							
[5,]	151.78	258.20	253.30	253.72	260.02	NA						
[6,]	167.88	271.08	262.96	260.16	263.24	271.78	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	188.88	288.58	276.96	270.66	270.24	275.28	287.88	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	220.24	315.46	299.36	288.58	283.68	284.24	292.36	308.88	NA	NA	NA	NA
[9,]	247.12	338.98	319.52	305.38	297.12	294.32	299.08	312.24	340.24	NA	NA	NA
[10,]	277.36	365.86	343.04	325.54	313.92	307.76	309.16	318.96	343.60	367.12	NA	NA
[11,]	309.56	394.84	368.80	348.08	333.24	323.86	322.04	328.62	350.04	370.34	397.36	NA
[12,]	348.06	429.84	400.30	376.08	357.74	344.86	339.54	342.62	360.54	377.34	400.86	429.56

Jt:

[1] "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "7"

LANZAR PEDIDO (lead time=50 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	145	may-21	25	120	\$ 16.80	\$ 120.00	\$ 136.80
		jun-21	31	89	\$ 12.46		\$ 149.26
		jul-21	23	66	\$ 9.24		\$ 158.50
		ago-21	22	44	\$ 6.16		\$ 164.66
		sep-21	21	23	\$ 3.22		\$ 167.88
		oct-21	23	0	\$ -		\$ 167.88
sep-21	153	nov-21	25	128	\$ 17.92	\$ 120.00	\$ 305.80
		dic-21	32	96	\$ 13.44		\$ 319.24
		ene-22	24	72	\$ 10.08		\$ 329.32
		feb-22	24	48	\$ 6.72		\$ 336.04
		mar-22	23	25	\$ 3.50		\$ 339.54
		abr-22	25	0	\$ -		\$ 339.54

Anexo BV. Continuación Algoritmo de Wagner Whitin SKU11

TVC:
[1] 375.56

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	100.00	NA										
[2,]	106.60	200.00	NA									
[3,]	118.04	205.72	206.60	NA								
[4,]	135.86	217.60	212.54	218.04	NA							
[5,]	155.22	232.12	222.22	222.88	235.86	NA						
[6,]	187.12	257.64	241.36	235.64	242.24	255.22	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	224.08	288.44	266.00	254.12	254.56	261.38	287.12	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	264.12	322.76	294.60	277.00	271.72	272.82	292.84	324.08	NA	NA	NA	NA
[9,]	318.68	370.50	335.52	311.10	299.00	293.28	306.48	330.90	364.12	NA	NA	NA
[10,]	364.22	410.98	370.94	341.46	324.30	313.52	321.66	341.02	369.18	393.28	NA	NA
[11,]	419.22	460.48	414.94	379.96	357.30	341.02	343.66	357.52	380.18	398.78	413.52	NA
[12,]	489.40	524.28	472.36	431.00	401.96	379.30	375.56	383.04	399.32	411.54	419.90	441.02

Jt:

[1] "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "6" "6" "6" "7"

LANZAR PEDIDO (lead time=50 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	169	may-21	35	134	\$ 29.48	\$ 100.00	\$ 129.48
		jun-21	30	104	\$ 22.88		\$ 152.36
		jul-21	26	78	\$ 17.16		\$ 169.52
		ago-21	27	51	\$ 11.22		\$ 180.74
		sep-21	22	29	\$ 6.38		\$ 187.12
		oct-21	29	0	\$ -		\$ 187.12
sep-21	162	nov-21	28	134	\$ 29.48	\$ 100.00	\$ 316.60
		dic-21	26	108	\$ 23.76		\$ 340.36
		ene-22	31	77	\$ 16.94		\$ 357.30
		feb-22	23	54	\$ 11.88		\$ 369.18
		mar-22	25	29	\$ 6.38		\$ 375.56
		abr-22	29	0	\$ -		\$ 375.56

Anexo BV. Continuación Algoritmo de Wagner Whitin SKU12

TVC:
[1] 650.88

soluotion:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	160.00	NA										
[2,]	177.92	320.00	NA									
[3,]	203.52	332.80	337.92	NA								
[4,]	236.16	354.56	348.80	363.52	NA							
[5,]	277.12	385.28	369.28	373.76	396.16	NA						
[6,]	331.52	428.80	401.92	395.52	407.04	437.12	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	419.84	502.40	460.80	439.68	436.48	451.84	491.52	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	549.76	613.76	553.60	513.92	492.16	488.96	510.08	579.84	NA	NA	NA	NA
[9,]	641.92	694.40	622.72	571.52	538.24	523.52	533.12	591.36	648.96	NA	NA	NA
[10,]	734.08	776.32	694.40	632.96	589.44	564.48	563.84	611.84	659.20	683.52	NA	NA
[11,]	823.68	856.96	766.08	695.68	643.20	609.28	599.68	638.72	677.12	692.48	723.84	NA
[12,]	936.32	959.36	858.24	777.60	714.88	670.72	650.88	679.68	707.84	712.96	734.08	759.68

Jt:

[1] "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "6" "6" "7" "7" "7"

LANZAR PEDIDO (lead time=40 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTD	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	121	may-21	23	98	\$ 62.72	\$ 160.00	\$ 222.72
		jun-21	28	70	\$ 44.80		\$ 267.52
		jul-21	20	50	\$ 32.00		\$ 299.52
		ago-21	17	33	\$ 21.12		\$ 320.64
		sep-21	16	17	\$ 10.88		\$ 331.52
		oct-21	17	0	\$ -		\$ 331.52
sep-21	116	nov-21	23	93	\$ 59.52	\$ 160.00	\$ 551.04
		dic-21	29	64	\$ 40.96		\$ 592.00
		ene-22	18	46	\$ 29.44		\$ 621.44
		feb-22	16	30	\$ 19.20		\$ 640.64
		mar-22	14	16	\$ 10.24		\$ 650.88
		abr-22	16	0	\$ -		\$ 650.88

Anexo BV. Continuación Algoritmo de Wagner Whitin SKU13

TVC:
[1] 635.5

soluotion:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	100.0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[2,]	121.9	200.0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[3,]	163.9	221.0	221.9	NA								
[4,]	222.4	260.0	241.4	263.9	NA							
[5,]	295.6	314.9	278.0	282.2	322.4	NA						
[6,]	391.6	391.7	335.6	320.6	341.6	378.0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	501.4	483.2	408.8	375.5	378.2	396.3	420.6	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	640.0	602.0	507.8	454.7	437.6	435.9	440.4	475.5	NA	NA	NA	NA
[9,]	793.6	736.4	623.0	550.7	514.4	493.5	478.8	494.7	535.9	NA	NA	NA
[10,]	966.4	890.0	757.4	665.9	610.4	570.3	536.4	533.1	555.1	578.8	NA	NA
[11,]	1161.4	1065.5	913.4	802.4	727.4	667.8	614.4	591.6	594.1	598.3	633.1	NA
[12,]	1366.0	1251.5	1080.8	951.2	857.6	779.4	707.4	666.0	649.9	635.5	651.7	691.6

Jt:

[1] "1" "1" "1" "1" "3" "4" "4" "6" "7" "8" "8" "10"

LANZAR PEDIDO (lead time=40 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	203	may-21	60	143	\$ 42.90	\$ 100.00	\$ 142.90
		jun-21	73	70	\$ 21.00		\$ 163.90
		jul-21	70	0	\$ -		\$ 163.90
jun-21	190	ago-21	65	125	\$ 37.50	\$ 100.00	\$ 301.40
		sep-21	61	64	\$ 19.20		\$ 320.60
		oct-21	64	0	\$ -		\$ 320.60
sep-21	191	nov-21	61	130	\$ 39.00	\$ 100.00	\$ 459.60
		dic-21	66	64	\$ 19.20		\$ 478.80
		ene-22	64	0	\$ -		\$ 478.80
dic-21	191	feb-22	64	127	\$ 38.10	\$ 100.00	\$ 616.90
		mar-22	65	62	\$ 18.60		\$ 635.50
		abr-22	62	0	\$ -		\$ 635.50

Anexo BV. Continuación Algoritmo de Wagner Whitin SKU14

TVC:

[1] 1032

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	150	NA	NA	NA								
[2,]	205	300	NA	NA	NA							
[3,]	281	338	355	NA	NA	NA						
[4,]	386	408	390	431	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[5,]	507	499	450	461	536	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[6,]	674	633	551	528	569	600	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	857	785	672	619	630	631	678	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	1176	1058	900	802	767	722	724	769	NA	NA	NA	NA
[9,]	1456	1303	1110	976	906	827	794	804	872	NA	NA	NA
[10,]	1743	1559	1334	1168	1066	955	889	868	904	944	NA	NA
[11,]	2047	1832	1577	1381	1248	1107	1011	959	965	974	1018	NA
[12,]	2365	2121	1837	1612	1451	1280	1155	1075	1051	1032	1047	1109

Jt:

[1] "1" "1" "1" "1" "3" "4" "4" "6" "7" "8" "8" "10"

LANZAR PEDIDO (lead time=40 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	81	may-21	20	61	\$ 92.72	\$ 150.00	\$ 242.72
		jun-21	36	25	\$ 38.00		\$ 280.72
		jul-21	25	0	\$ -		\$ 280.72
jun-21	65	ago-21	23	42	\$ 63.84	\$ 150.00	\$ 494.56
		sep-21	20	22	\$ 33.44		\$ 528.00
		oct-21	22	0	\$ -		\$ 528.00
sep-21	73	nov-21	20	53	\$ 80.56	\$ 150.00	\$ 758.56
		dic-21	30	23	\$ 34.96		\$ 793.52
		ene-22	23	0	\$ -		\$ 793.52
dic-21	60	feb-22	21	39	\$ 59.28	\$ 150.00	\$ 1,002.80
		mar-22	20	19	\$ 28.88		\$ 1,031.68
		abr-22	19	0	\$ -		\$ 1,031.68

Anexo BV. Continuación Algoritmo de Wagner Whitin SKU15

TVC:
[1] 335.25

solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	100.00	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[2,]	105.05	200.00	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[3,]	114.85	204.90	205.05	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[4,]	128.50	214.00	209.60	214.85	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[5,]	146.30	227.35	218.50	219.30	228.50	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[6,]	168.30	244.95	231.70	228.10	232.90	246.30	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	195.00	267.20	249.50	241.45	241.80	250.75	268.30	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	228.60	296.00	273.50	260.65	256.20	260.35	273.10	295.0	NA	NA	NA	NA
[9,]	265.40	328.20	301.10	283.65	274.60	274.15	282.30	299.6	328.60	NA	NA	NA
[10,]	305.45	363.80	332.25	310.35	296.85	291.95	295.65	308.5	333.05	365.4	NA	NA
[11,]	349.45	403.40	367.45	341.15	323.25	313.95	313.25	321.7	341.85	369.8	391.95	NA
[12,]	397.85	447.40	407.05	376.35	354.05	340.35	335.25	339.3	355.05	378.6	396.35	413.25

Jt:
[1] "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "6" "7" "7"

LANZAR PEDIDO (lead time=40 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIEN TOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTD	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	559	may-21	92	467	\$ 23.35	\$ 100.00	\$ 123.35
		jun-21	101	366	\$ 18.30		\$ 141.65
		jul-21	98	268	\$ 13.40		\$ 155.05
		ago-21	91	177	\$ 8.85		\$ 163.90
		sep-21	89	88	\$ 4.40		\$ 168.30
		oct-21	88	0	\$ -		\$ 168.30
sep-21	542	nov-21	89	453	\$ 22.65	\$ 100.00	\$ 290.95
		dic-21	96	357	\$ 17.85		\$ 308.80
		ene-22	92	265	\$ 13.25		\$ 322.05
		feb-22	89	176	\$ 8.80		\$ 330.85
		mar-22	88	88	\$ 4.40		\$ 335.25
		abr-22	88	0	\$ -		\$ 335.25

Anexo BV. Continuación Algoritmo de Wagner Whitin SKU16

TVC:
[1] 776.4

solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	150.00	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[2,]	173.04	300.00	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[3,]	211.44	319.20	323.04	NA								
[4,]	265.20	355.04	340.96	361.44	NA							
[5,]	336.88	408.80	376.80	379.36	415.20	NA						
[6,]	407.28	465.12	419.04	407.52	429.28	486.88	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	503.28	545.12	483.04	455.52	461.28	502.88	557.28	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	628.72	652.64	572.64	527.20	515.04	538.72	575.20	605.52	NA	NA	NA	NA
[9,]	746.48	755.68	660.96	600.80	573.92	582.88	604.64	620.24	665.04	NA	NA	NA
[10,]	896.24	888.80	777.44	700.64	657.12	649.44	654.56	653.52	681.68	723.92	NA	NA
[11,]	1101.04	1073.12	941.28	844.00	780.00	751.84	736.48	714.96	722.64	744.40	799.44	NA
[12,]	1298.16	1252.32	1102.56	987.36	905.44	859.36	826.08	786.64	776.40	780.24	817.36	864.96

Jt:
[1] "1" "1" "1" "1" "1" "1" "4" "5" "5" "6" "8" "9"

LANZAR PEDIDO (lead time=40 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIEN TOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	123	may-21	29	94	\$ 60.16	\$ 150.00	\$ 210.16
		jun-21	36	58	\$ 37.12		\$ 247.28
		jul-21	30	28	\$ 17.92		\$ 265.20
		ago-21	28	0	\$ -		\$ 265.20
jul-21	103	sep-21	28	75	\$ 48.00	\$ 150.00	\$ 463.20
		oct-21	22	53	\$ 33.92		\$ 497.12
		nov-21	25	28	\$ 17.92		\$ 515.04
		dic-21	28	0	\$ -		\$ 515.04
nov-21	109	ene-22	23	86	\$ 55.04	\$ 150.00	\$ 720.08
		feb-22	26	60	\$ 38.40		\$ 758.48
		mar-22	32	28	\$ 17.92		\$ 776.40
		abr-22	28	0	\$ -		\$ 776.40

Anexo BV. Continuación Algoritmo de Wagner Whitin SKU17

TVC:

[1] 913.5

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	150.0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[2,]	181.5	300.0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[3,]	232.5	325.5	331.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[4,]	312.0	378.5	358.0	382.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[5,]	416.0	456.5	410.0	408.5	462.0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[6,]	551.0	564.5	491.0	462.5	489.0	558.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	686.0	677.0	581.0	530.0	534.0	581.0	612.5	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	878.5	842.0	718.5	640.0	616.5	636.0	640.0	680	NA	NA	NA	NA
[9,]	1078.5	1017.0	868.5	765.0	716.5	711.0	690.0	705	766.5	NA	NA	NA
[10,]	1299.0	1213.0	1040.0	912.0	839.0	809.0	763.5	754	791.0	840	NA	NA
[11,]	1529.0	1420.0	1224.0	1073.0	977.0	924.0	855.5	823	837.0	863	904.0	NA
[12,]	1809.5	1675.0	1453.5	1277.0	1155.5	1077.0	983.0	925	913.5	914	929.5	973

Jt:

[1] "1" "1" "1" "1" "4" "4" "4" "5" "7" "8" "8" "9"

LANZAR PEDIDO (lead time=40 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIEN TOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTTO	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	216	may-21	49	167	\$ 83.50	\$ 150.00	\$ 233.50
		jun-21	63	104	\$ 52.00		\$ 285.50
		jul-21	51	53	\$ 26.50		\$ 312.00
		ago-21	53	0	\$ -		\$ 312.00
jul-21	206	sep-21	52	154	\$ 77.00	\$ 150.00	\$ 539.00
		oct-21	54	100	\$ 50.00		\$ 589.00
		nov-21	45	55	\$ 27.50		\$ 616.50
		dic-21	55	0	\$ -		\$ 616.50
nov-21	196	ene-22	50	146	\$ 73.00	\$ 150.00	\$ 839.50
		feb-22	49	97	\$ 48.50		\$ 888.00
		mar-22	46	51	\$ 25.50		\$ 913.50
		abr-22	51	0	\$ -		\$ 913.50

Anexo BV. Continuación Algoritmo de Wagner Whitin SKU18

TVC:
[1] 121.8

solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	100.00	NA										
[2,]	100.72	200.00	NA									
[3,]	101.68	200.48	200.72	NA								
[4,]	102.94	201.32	201.14	201.68	NA							
[5,]	104.38	202.40	201.86	202.04	202.94	NA						
[6,]	105.98	203.68	202.82	202.68	203.26	204.38	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	106.94	204.48	203.46	203.16	203.58	204.54	205.98	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	110.16	207.24	205.76	205.00	204.96	205.46	206.44	206.94	NA	NA	NA	NA
[9,]	112.88	209.62	207.80	206.70	206.32	206.48	207.12	207.28	210.16	NA	NA	NA
[10,]	115.94	212.34	210.18	208.74	208.02	207.84	208.14	207.96	210.50	212.88	NA	NA
[11,]	118.94	215.04	212.58	210.84	209.82	209.34	209.34	208.86	211.10	213.18	215.94	NA
[12,]	121.80	217.64	214.92	212.92	211.64	210.90	210.64	209.90	211.88	213.70	216.20	218.94

jt:

[1] "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1"

LANZAR PEDIDO (lead time=40 dias)	CANTIDAD DE ORDEN	MESES	REQUERIMIENTOS	INVENTARIO FINAL	COSTO DE MTTD	COSTO DE PREPARACION	COSTO TOTAL ACUMULADO
mar-21	227	may-21	19	208	\$ 4.16	\$ 100.00	\$ 104.16
		jun-21	36	172	\$ 3.44		\$ 107.60
		jul-21	24	148	\$ 2.96		\$ 110.56
		ago-21	21	127	\$ 2.54		\$ 113.10
		sep-21	18	109	\$ 2.18		\$ 115.28
		oct-21	16	93	\$ 1.86		\$ 117.14
		nov-21	8	85	\$ 1.70		\$ 118.84
		dic-21	23	62	\$ 1.24		\$ 120.08
		ene-22	17	45	\$ 0.90		\$ 120.98
		feb-22	17	28	\$ 0.56		\$ 121.54
		mar-22	15	13	\$ 0.26		\$ 121.80
		abr-22	13	0	\$ -		\$ 121.80