

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

Diseño de un modelo de planificación de pedidos de suministros
para el envasado de productos cárnicos

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Industrial

Presentado por:

Gilber Eduardo Arellano Sánchez

Bryan Henry Delgado Rodríguez

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi madre Orfelina Sánchez un ser muy especial en mi vida que me ha llenado de tantos consejos que me han guiado por el camino del bien sin hacer daño a nadie y ha fortalecido mi corazón evadiendo todo obstáculo.

Gilber Eduardo Arellano Sánchez

DEDICATORIA

El presente proyecto va dedicado a mis padres y hermanos, el círculo familiar que siempre ha creído en mí, en mis capacidades para dar lo mejor, incluso en los momentos más frustrantes, me brindan su apoyo moral y me llenan de fortaleza para seguir adelante con mis objetivos.

Bryan Henry Delgado Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme dado la salud y la inteligencia necesaria para poder culminar mis estudios.

Un gran agradecimiento a mi madre Orfelina Sánchez por sus enseñanzas a mi padre Gilber Arellano por su apoyo y consejo de vida.

A los miembros de mi familia, tíos, abuelos, primos. pero en especial a mi primo que está en el cielo que era como mi hermano Ricardo Sánchez que siempre creyó en que terminaría mi carrera y siempre estuvo orgulloso de mi por nunca rendirme a pesar de las adversidades.

A mis maestros de la universidad la Msc. Sofía López, Msc. Jaime Macías, Msc. Denisse Rodríguez, Msc. María Fernanda López, el doctor Marcos Buestán, la Msc. María Belén, entre muchos otros, que han sido participe de sus conocimientos durante la carrera.

Gilber Eduardo Arellano Sánchez

AGRADECIMIENTOS

Haber llegado hasta este punto no fue fácil ni mucho menos fue un trabajo individual, todo se lo debo a aquellas personas especiales que durante mi desarrollo personal y académico han formado parte de mi experiencia y aprendizajes.

Principalmente a mi madre y padre quienes me han inculcado los valores necesarios para ser una persona con ética y criterio, sin ellos nada de lo que me propuse hubiese sido realidad.

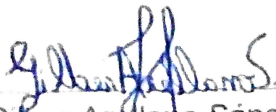
Agradezco a mis amigos y compañeros con los que frecuente la mayoría de las clases durante el transcurso de la carrera, fue muy enriquecedor trabajar en equipo con personas brillantes y de gran sentido del humor.

Y agradecido con todos los maestros que brindaron su conocimiento para explotar el potencial de sus alumnos, especialmente a la Msc. Sofía López, y la Msc. María Belén Segovia por su paciencia y aportes en este proyecto, y gracias a mi consejera PhD. Cinthia Pérez por siempre decirme las duras verdades que necesito escuchar.

Bryan Henry Delgado Rodríguez

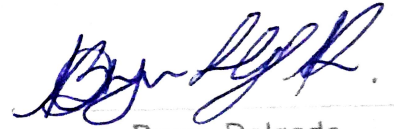
DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Gilber Eduardo Arellano Sánchez, Bryan Henry Delgado Rodríguez y doy mi consentimiento para que la ESPOI realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Gilber Arellano Sánchez

Autor 1



Bryan Delgado
Rodríguez

Autor 2

EVALUADORES

Sofía López I. M.Sc.

PROFESORA DE LA MATERIA

María Segovia N. M.Sc.

PROFESORA TUTORA

RESUMEN

El centro de distribución ubicado en Lomas de Sargentillo que desempeña funciones de fabricación, almacenaje y distribución, presenta un problema al momento de gestionar su inventario de materia prima para el envasado de productos cárnicos. Dentro de estos se encontraba el bajo nivel de reacción que tenían ante la cobertura de stock y la fecha de caducidad, en su mayoría debido a que no se cuenta con herramientas para visualizar a mediano o largo plazo la disponibilidad de stock. Esta deficiencia en el control resultó que en un 23% los SKUs presentaran rotura de stock.

Para crear una solución a dicha problemática se comparó varios modelos de gestión de inventarios como el reaprovisionamiento continuo, modelos de heurística y DDMRP, donde evaluando la factibilidad en costo y flexibilidad en adaptación de las especificaciones de diseño el modelo DDMRP resultó ser el mejor puntuado y el menos costoso de implementar con \$112 considerando las horas de capacitación a los usuarios y tiempos de respuesta del modelo.

Con el DDMRP se realizó una simulación, en primer lugar, pronosticando con el modelo de HOLT la demanda para el 2023 de producto terminado para después ser transformada en cantidades de materia prima con el BOM de materiales.

Dando como resultado un 15% de SKUs que presentaron stockout, que a comparación del objetivo propuesto de reducir al 20%, se logró superar expectativa. Además, se redujo el monto de compra debido a la reducción de desperdicios de material de empaque ya que se configuro para tener 0% de productos caducados, disminuyendo el 4.4% obtenido en el 2022 con el modelo actual en bodega.

Palabras claves: Inventario, vida útil, tiempos de entrega, abastecimiento.

ABSTRACT

The distribution center located in Lomas de Sargentillo that performs manufacturing, storage and distribution functions, presented a problem when managing its inventory of raw materials for the packaging of meat products, among these was the low level of reaction they had before the stock coverage and the expiration date, mostly because the function fell to the warehouse operator and this person does not have tools to visualize stock availability in the medium or long term. This deficiency in control resulted in 23% of SKUs presenting out of stock.

To create a solution to this problem, several inventory management models were compared, such as continuous replenishment, heuristic models and DDMRP, where, evaluating the feasibility in cost and flexibility in adapting the design specifications, the DDMRP model turned out to be the best scored and the least expensive to implement with \$112 considering the hours of training for users and response times of the model.

With the DDMRP, a simulation was carried out, firstly, forecasting with the HOLT model the demand for the finished product by 2023 to later be transformed into amounts of raw material with the BOM of materials.

Resulting in 15% of SKUs that presented stockout, which compared to the proposed objective of reducing to 20%, it was possible to exceed expectations. In addition, the purchase amount was reduced due to the reduction of packaging material waste since it was configured to have 0% expired products, decreasing the 4.4% obtained in 2022 with the current model in the warehouse.

Keywords: Stock, lifespan, delivery times, supply.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción del problema.....	2
1.2 Justificación del problema.....	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivo Especifico	4
1.4 Marco teórico.....	4
CAPÍTULO 2.....	9
2. METODOLOGÍA.....	9
2.1 Definición de la oportunidad	9
2.1.1 Voz del Cliente.....	9
2.1.2 Casa de la Calidad.....	10
2.1.3 Planteamiento del Problema.....	11
2.1.4 Restricciones	11
2.1.5 Plan de recolección de datos.....	12
2.1.6 Verificación de datos.....	12
2.2 Análisis de Datos y Modelos de Diseño	15
2.2.1 Análisis de Datos	15

2.2.2	Alternativas de Diseño	15
CAPÍTULO 3.....		17
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	17
3.1	Diseño	17
3.1.1	Análisis de Alternativas.....	17
3.1.2	Plan de diseño	19
3.2	Prototipo / Simulación.....	23
3.2.1	Desarrollo de Prototipo	23
3.3	Resultados / Análisis	25
CAPITULO 4.....		27
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
4.1	Conclusiones.....	27
4.2	Recomendaciones.....	28
BIBLIOGRAFÍA		
APÉNDICES		

ABREVIATURAS

CD	Centro de Distribución
DDMRP	Demand Driven Material Requirement Planning
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
BOM	Bill of Material
VOC	Voz del Cliente
CTQ	Critical to Quality
SIPOC	Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
5W + 1	What, Why, When, Where, Who, How
QFD	Casa de la Calidad
TR	Tiempo de Reposición
EOQ	Cantidad Económica de Pedido
CV	Coeficiente de Variación

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Necesidades de los Clientes Internos, fuente autor 1 del proyecto.....	9
Figura 2.2 Necesidades de los Clientes Internos, fuente autor 2 del proyecto.....	10
Figura 2.3 Herramienta 5W + 1H, fuente elaboración propia	11
Figura 2.4 Kardex de registro de consumo del producto 400214	12
Figura 2.5 Ficha técnica de Bandeja 2P Absorbente.....	14
Figura 2.6 Pareto por consumo de insumos	15
Figura 3.1 Pronóstico usando el modelo Holt-Winter con Rstudio.....	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Registro digital del producto 400214	13
Tabla 2.2 Pedido de suministro	13
Tabla 2.3 Registro de recepción de insumos.....	13
Tabla 2.4 Registro de ficha técnica Bandeja 2P Absorbente.....	14
Tabla 3.1 Criterios subjetivos	17
Tabla 3.2 Escala de calificación	17
Tabla 3.3 Criterios de QFD.....	18
Tabla 3.4 Escala de calificación QFD.....	18
Tabla 3.5 Costos de Implementación	19
Tabla 3.6 Plan de Diseño del Modelo.....	20
Tabla 3.7 Selección de los SKUs por mayor volumen de producción	21
Tabla 3.8 Pronóstico año 2023 de los SKUs seleccionados	22
Tabla 3.9 Transformación de unidades de producto terminado a unidades de material de empaque (BOM)	23
Tabla 3.10 Modelo DDMRP registro de información	24
Tabla 3.11 Modelo DDMRP información calculada	24
Tabla 3.12 Modelo DDMRP validación de la información.....	25
Tabla 3.13 Modelo DDMRP cantidad de pedido calculada	25
Tabla 3.14 Factores de sostenibilidad y resultados.....	26

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto se desarrolla en el centro de distribución (CD) de una cadena de retail de relevancia territorial, el lugar está situado en la región Costa, distrito Guayas, en Lomas de Sargentillo, su función es abastecer adecuadamente a sus locales con productos varios, entre ellos manejan la línea de cárnicos que es procesada en la planta de producción dentro del mismo CD.

La problemática radica en la bodega de materia prima, donde en promedio cada mes el 23% de los materiales presentaron desabastecimientos y un 4.4% caducaron sin poder ser consumidos en producción, siendo un riesgo para la eficiencia en el envasado de productos cárnicos, al no tener la disponibilidad de todos sus insumos por la desincronización de los tiempos de entrega del proveedor y la vida útil de los suministros.

Como objetivo principal se plantea diseñar un modelo de reposición de inventario enfocado en suministros de empaque/envases necesarios en la producción de cárnicos con la finalidad de que los dueños del proceso como el operador, el analista y el jefe de bodega posean una herramienta de fácil acceso que les permita gestionar la adquisición de materia prima en la cantidad adecuada y en el momento indicado. Para cumplir con el objetivo es imprescindible categorizar los suministros de acuerdo al consumo de cada material y distinguir cuáles son aquellos de alta rotación a los que se les debe dar mayor prioridad, evaluar distintos modelos de suministros y seleccionar la mejor opción basados en tiempos de respuesta, tiempo de capacitación, flexibilidad en la parametrización de factores, entre otros. Finalmente, para conocer el impacto del modelo diseñado, se medirá el desempeño frente a un pronóstico mensual de producto final simulando el año 2023.

El proyecto está compuesto por cuatro capítulos. En el capítulo 1 se exponen cuáles son las circunstancias y principales inconvenientes en la gestión de requerimientos de materia prima, justificando el diseño de una solución, el capítulo 2 se detallan las dolencias del cliente transformando sus necesidades a especificaciones de diseño y restricciones del modelo, esta información sirve para el planteamiento del problema

que deriva en un análisis de datos para verificar la veracidad de los mismos, precisar el alcance del proyecto y establecer que alternativas pueden satisfacer la necesidad del cliente. En el capítulo 3 se prueban los potenciales diseños y se selecciona al que mejor se adaptó a las especificaciones de diseño, con dicho modelo se realiza una simulación y se presentan sus resultados. Finalmente, el cuarto capítulo se concluye en relación con los datos presentados en los capítulos anteriores y se realizan recomendaciones para un mejor control del proceso.

1.1 Descripción del problema

La oportunidad surge en el centro de distribución; el área se compone de dos partes, el primero es la bodega de productos fríos y la segunda es la bodega de productos secos, nuestro problema se centra en la bodega de productos fríos donde se reservan todos los suministros (rollos de papel, etiquetas, bandejas, fundas, cintas y demás insumos alimenticios) usados en la planta procesadora de carnes localizada en el mismo centro de distribución.

El procedimiento de provisiones en producción empieza con la solicitud a bodega de material por parte del operador de la línea, el encargado de abastecimientos de fríos comprueba la disponibilidad del material físicamente y realiza el descuento de la cantidad solicitada en su archivo digital después de entregar el insumo al operador de producción.

En la siguiente parte del proceso actúa el jefe de bodega que es quien realiza la solicitud al departamento de compras para abastecerse de insumos, en ese momento es cuando se percata de los inconvenientes en la disponibilidad de stock o insumos próximos a vencer.

Actualmente se han presentado problemas en los meses de enero a septiembre del año 2022 debido a los desajustes en los tiempos de entrega del proveedor y la cantidad de stock disponible de cada uno de los productos ocasionando quiebres de stock que perjudican la eficiencia en las líneas de producción y aumentan los costos.

1.2 Justificación del problema

El proceso de reaprovisionamiento depende en gran medida del operador de bodega y de su registro manual, siendo un gran problema para la persona, ya que al no tener una visualización o herramienta a mediano o largo plazo que le facilite dar alertas de las deficiencias de suministros, tienen que actuar de urgencia incurriendo en órdenes de compra de montos elevados para amortiguar la baja reacción ante los quiebres de stock, donde se produce un riesgo de expiración del producto si es que no es consumido antes de la fecha de caducidad.

Se justifica el problema al plantear un modelo sistematizado en función de ciertas variantes relacionadas como: el tiempo de entrega del proveedor, la fecha de expiración de los productos, el tiempo que se toma al ejecutar una compra, la cantidad de lo que se va a pedir con el fin de no quedarse sin stock, por lo tanto se requiere crear una herramienta beneficiosa que ayude a los empleados que se ocupan en el área de fríos, además de proponer el avance de las causas sociales, ambientales y económicas otorgando rentabilidad sustentable a la empresa.

La búsqueda es minimizar el promedio de desabastecimiento del 23% al 20% con el objetivo de incrementar la disponibilidad de los insumos para el empacamiento de productos cárnicos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un modelo de reposición de inventario para el empaque de productos cárnicos para disminuir desabastecimientos, reducir mermas por caducidad de artículos y agilizar tiempos en la planificación de pedidos de insumos para producción.

1.3.2 Objetivo Específico

1. Clasificar las categorías de suministro analizando el consumo de los SKUs.
2. Calcular un pronóstico mensual de los SKUs de producto final para el año 2023.
3. Comparar diferentes modelos de suministro, evaluar y seleccionar la opción más adecuada para cada SKU.
4. Establecer métricas para medir el desempeño del sistema de inventarios y monitorear los días de cobertura para cada suministro.

1.4 Marco teórico

Casa de la calidad (QFD - Quality Function Deployment)

Es una herramienta de mejora de calidad que se utiliza para traducir las necesidades y requisitos del cliente en especificaciones técnicas para el desarrollo de productos y servicios. Fue desarrollado por el Dr. Yoji Akao en Japón en los años 60. La principal ventaja de QFD es que permite a las organizaciones centrarse en las necesidades del cliente y desarrollar productos y servicios que satisfagan esas necesidades.

El QFD se divide en varios pasos, cada uno de los cuales tiene un objetivo específico. En primer lugar, se identifican las necesidades y requisitos del cliente. En segundo lugar, se traducen esas necesidades en especificaciones técnicas para el desarrollo del producto o servicio. En tercer lugar, se desarrolla el producto o servicio y se verifica si cumple con las especificaciones técnicas. En cuarto lugar, se realiza un seguimiento del producto o servicio una vez lanzado al mercado.

Herramienta 5W +1H

El objetivo de utilizar esta herramienta es recopilar toda la información necesaria para entender completamente un problema o evento, para entonces, poder tomar decisiones informadas. Es utilizado en una variedad de contextos, desde la planificación de proyectos hasta la investigación de mercado, el análisis de problemas y la toma de decisiones. Consiste en contestar seis preguntas básicas: ¿Qué?, ¿Por qué?, ¿Quién?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Cómo lo sé?, esta regla creada por Laswell (1979).

Voz del cliente - VOC (Voice of the Customer)

es una herramienta que se utiliza para entender las necesidades y expectativas de los clientes. Se refiere a la información que los clientes proporcionan sobre sus experiencias con un producto o servicio, incluyendo sus opiniones, comentarios y sugerencias. El VOC se utiliza para identificar las áreas de mejora en un producto o servicio, así como para desarrollar nuevos productos o servicios que satisfagan las necesidades de los clientes. (American Society for Quality Control, 1974)

Inventario

Es un registro de los bienes, materiales y suministros que una empresa tiene en existencia, es utilizado para asegurar que la empresa tiene suficientes suministros para continuar sus operaciones, controlar el costo de los bienes, prevenir problemas de escasez de suministros, y para determinar el valor de una empresa. (Müller, 2002)

Modelo

Es una representación simplificada de un sistema o proceso que se utiliza para comprender y analizar su comportamiento o para hacer predicciones. Puede ser una descripción matemática, una simulación informática, una maqueta física o una representación gráfica. (Nicole Roldán, 2019)

Reabastecimiento Continuo

Es un enfoque de gestión de inventarios en el que los productos se reabastecen automáticamente a medida que se van agotando, en lugar de esperar a que se agoten completamente antes de hacer un pedido. El objetivo es mantener un nivel de inventario adecuado para satisfacer la demanda del cliente sin tener inventario excesivo. (Rodríguez, 2015)

Lote por Lote

Es un enfoque de gestión de inventarios en el que se realizan pedidos a los proveedores en lotes específicos de tamaño fijo, en lugar de hacer pedidos

continuamente a medida que se van agotando los inventarios. El objetivo de esta técnica es reducir el costo total de los inventarios mediante la minimización de los costos de pedido y de almacenamiento. (Bastidas Bonilla, 2010)

Periodic EOQ

El modelo de cantidad económica de pedido (EOQ) periódico es una herramienta utilizada en la gestión de inventarios para determinar la cantidad óptima de inventario a pedir en un período específico. El modelo EOQ periódico se basa en el modelo EOQ original, pero tiene en cuenta el hecho de que la demanda no es constante a lo largo del tiempo. (Joannes Vermorel, 2012)

Silver Meal

es una técnica utilizada en la gestión de inventarios para determinar el nivel de inventario óptimo en relación con la tasa de demanda y el tiempo de entrega. Este modelo se basa en la idea de que el inventario debe ser ajustado en función del tiempo de entrega y la tasa de demanda. (Betancourt, 2017)

Triple Línea Base

Es un enfoque utilizado en el desarrollo de proyectos para establecer tres líneas base diferentes: el plan de proyecto, el desempeño actual y el desempeño planificado. Estas tres líneas base se utilizan para medir el progreso del proyecto y detectar cualquier desviación del plan original, permitiendo a los gerentes de proyectos tomar decisiones informadas sobre cómo abordar desviaciones del plan original y cómo ajustar el plan para cumplir con los objetivos del proyecto. (Lara Morán, 2013)

Inventario de Seguridad

Es la cantidad de inventario que una empresa mantiene para cubrir las demandas imprevistas o variaciones en el suministro. Esta cantidad de inventario suele ser mayor a la cantidad necesaria para cubrir las demandas normales. El objetivo del stock de seguridad es reducir la probabilidad de stockouts, es decir, agotamiento de inventario, y mejorar la eficiencia de la cadena de suministro. El stock de seguridad también ayuda a las empresas a prepararse para eventos

imprevistos, como interrupciones en el suministro o aumentos inesperados en la demanda. (R Carro, 2013)

Tiempo de Reposición

Tiempo de Reposición (TR): es el período de tiempo que transcurre desde que se hace un pedido de inventario hasta que se recibe el inventario en el almacén. Es un indicador clave de la eficiencia de la cadena de suministro, ya que indica el tiempo necesario para reponer el inventario utilizado o vendido. El tiempo de reposición se puede utilizar para optimizar el inventario, ya que un tiempo de reposición corto significa que el inventario se repone rápidamente, mientras que un tiempo de reposición largo significa que el inventario se agota y no se repone de manera oportuna. (Alirio J. Jiménez, 2010)

Listado de Materiales (BOM)

Es una lista detallada de todos los componentes y materiales necesarios para fabricar un producto terminado. Esta lista incluye tanto los componentes principales como los componentes auxiliares, como los materiales de embalaje y los herrajes. El BOM también especifica las cantidades de cada componente necesarias para producir una unidad del producto terminado. (Joannes Vermorel, 2020)

Pronóstico

Es una estimación o predicción de un evento futuro basado en datos históricos y análisis. Pueden ser utilizados en una variedad de campos, como la economía, la meteorología, las finanzas y la gestión empresarial. (Martyn Shuttleworth, 2009)

DDMRP (Demand Driven Material Requirements Planning)

Es una metodología de gestión de inventarios y suministro que combina técnicas de pronóstico, planificación y control de inventarios para equilibrar la disponibilidad de inventario con la demanda real. Se basa en principios clave como la identificación de puntos críticos de inventario, establecimiento de niveles de inventario de seguridad, uso de buffers de pronóstico, planificación basada en eventos y monitoreo continuo del desempeño. Su objetivo es mejorar la

eficiencia y fiabilidad de los procesos de fabricación y logística. (Copyright Demand Driven Institute, 2021)

Modelo de Holt

Es un modelo de pronóstico de series temporales que se utiliza para predecir valores futuros a partir de una serie histórica de datos. Este modelo se basa en la idea de que la tendencia y la estacionalidad de una serie temporal son importantes para predecir valores futuros. El modelo de Holt se divide en dos componentes: el primer componente, llamado "componente de tendencia", se utiliza para predecir la tendencia futura de la serie temporal, mientras que el segundo componente, llamado "componente estacional", se utiliza para predecir la estacionalidad de la serie temporal. (Laura Leonor, Alfredo Trejo, Daniel López, 201

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Es una metodología de mejora de procesos que se utiliza para desarrollar nuevos procesos o mejorar procesos existentes. Es una herramienta de Six Sigma que se enfoca en la creación de procesos que cumplen con los requisitos del cliente y son eficientes, confiables y sostenibles.

La metodología DMADV se divide en cinco fases:

- Definir: en esta fase se establecen los objetivos del proyecto y se definen los requisitos del cliente.
- Medir: en esta fase se recolectan datos y se establecen los indicadores de desempeño para medir el proceso actual.
- Analizar: en esta fase se analizan los datos recolectados para identificar las causas principales de los problemas del proceso actual.
- Diseñar: en esta fase se diseña el nuevo proceso que cumplirá con los requisitos del cliente y será mejor que el proceso actual.
- Verificar: en esta fase se verifica que el nuevo proceso cumpla con los objetivos establecidos y se implementa en la operación.

2.1 Definición de la oportunidad

En este capítulo del proyecto se ejecutó el método del VOC que es necesario para conocer los requerimientos del cliente y para poder realizar las especificaciones de diseño, la casa de la calidad QFD, restricciones, el planteamiento del problema, entre otros.

2.1.1 Voz del Cliente

Se usó el mecanismo del VOC para saber los requerimientos del cliente, y luego poder plantear las especificaciones de diseño. Las entrevistas se las pudo realizar virtualmente y presencialmente al jefe de Mejora Continua y al jefe de Bodega donde pudimos conocer en detalle las necesidades que ellos

requieren en la compañía de tal forma se logró extraer las siguientes ideas: saber cuándo pedir cada insumo y suministro, establecer la cantidad necesaria para evitar quedarse sin inventario, no superar la capacidad de almacenamiento en la bodega, dar visibilidad a la vida útil del ítem, la cantidad de consumo del producto sea la más cercana a la producción actual, considerar el tiempo de entrega del proveedor en cada artículo, que sea un modelo fácil de entender para los usuarios, verificar la frecuencia de traspaso entre las bodegas de seco y frío, todas estas ideas se muestran en la figura 2.1 y 2.2

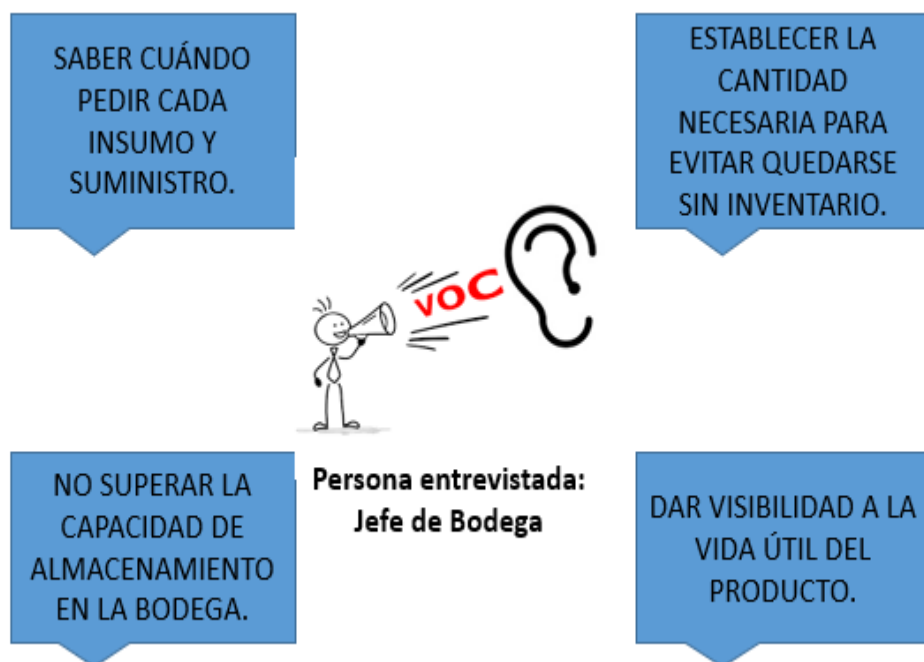


Figura 2.1 Necesidades de los Clientes Internos, fuente autor 1 del proyecto



Figura 2.2 Necesidades de los Clientes Internos, fuente autor 2 del proyecto

Para el correcto estudio de la casa de calidad QFD tomamos en cuenta los requerimientos del cliente ya mencionados y así poder constituir eficazmente las especificaciones de diseño.

2.1.2 Casa de la Calidad

Juntando las necesidades del cliente previamente descritas en el CTQ, se diseñó las especificaciones técnicas que agrupan dichos requerimientos, estableciendo una jerarquía de calificación donde se pondera la relación que existe entre las necesidades y las especificaciones (Fuerte = 9, Moderada = 3, Débil = 1). Ver en Apéndice A.

De las 5 especificaciones técnicas, las más puntuadas resultaron: la cobertura de stock que son los días de inventario disponibles en bodega, y el porcentaje de productos expirados, con un 30% y 21% de relevancia respectivamente.

2.1.3 Planteamiento del Problema

En esta sección se presenta la utilización del instrumento 5W + 1H, la cual tiene como propósito proponer el problema de forma correcta, contestando las interrogantes de aquellas soluciones que vinculan al respectivo análisis e indagación del presente vigente.

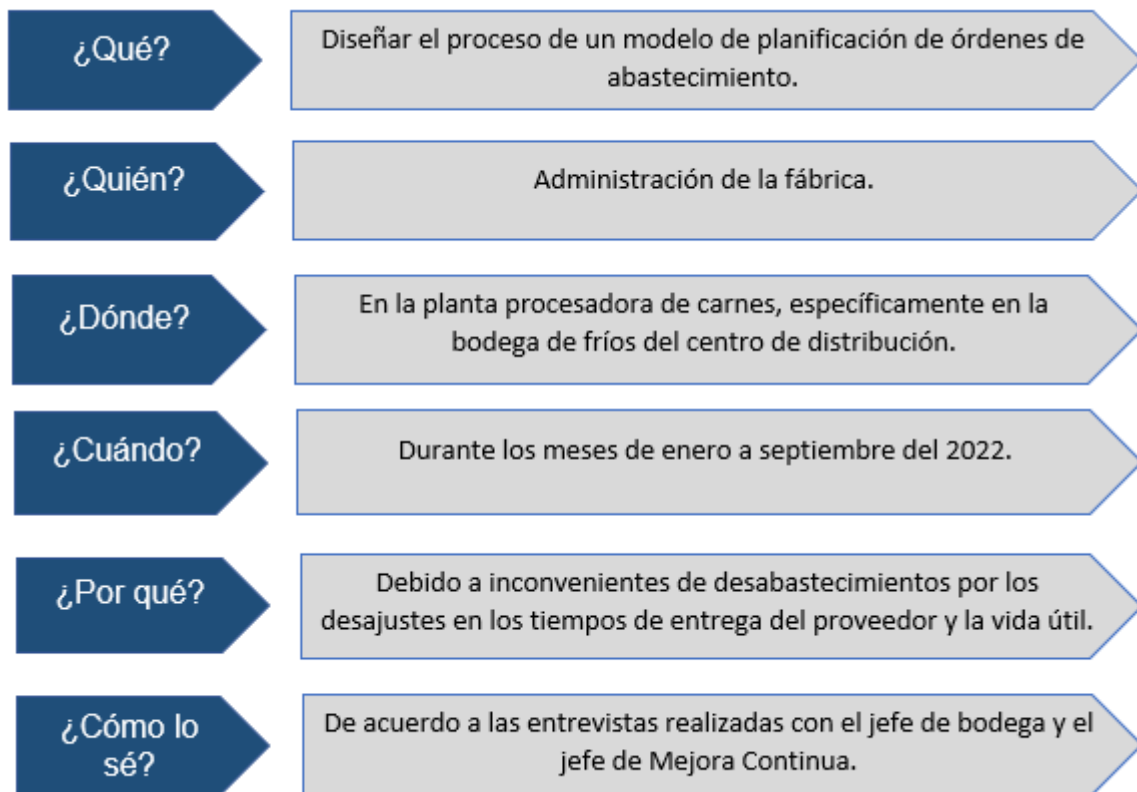


Figura 2.3 Herramienta 5W + 1H, fuente elaboración propia

De acuerdo con las entrevistas realizadas a los jefes de bodega y mejora continua respectivamente se pudo evidenciar problemas de desabastecimientos, fuera de stock en los meses de enero a septiembre del presente año 2022 por los desajustes en los tiempos de entrega del proveedor y la vida útil de los productos por lo que se requiere diseñar el proceso de un modelo de planificación de órdenes de abastecimiento.

2.1.4 Restricciones

Tamaño de la orden de compra

El proveedor define el tamaño mínimo del pedido y el tamaño se definirá en función de varias variables, como el valor monetario del producto a la venta.

Tabla 2.1 Registro digital del producto 400214

LIMPIAR		SUMINISTRO CDF: FRÍO LOMAS DE SARGENTILLO						
GUARDAR		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
ITEM	ESTADÍSTICO	10/10/2022	11/10/2022	12/10/2022	13/10/2022	14/10/2022	15/10/2022	16/10/2022
12	400214000	16000	16000	12000	16000	16000	20000	20000

En el caso de los tiempos de arribo, para verificar el lead time del proveedor se consideró la plantilla de órdenes de compra realizada por el jefe de bodega y se la comparo con el registro de recepción. Donde se observa que la fecha de las órdenes se realiza el 5 de octubre y viendo el tiempo de preparación, dichos materiales deberían demorarse máximo 30 días en llegar, es decir hasta el 4 de noviembre del 2022 se receptorían los insumos, sin embargo, en la figura 2.6 se observa que llegan antes de la fecha máxima.

Tabla 2.2 Pedido de suministro

Fecha del requerimiento: 5/10/2022

Item	Tiempo de producción / Importación	Origen (Nacional / Importado)	Folio	Proveedor	Sección	Estadístico	Descripción	Consumo mensual CDF	Consumo mensual CDF-7	Consumo mensual total	Stock en meses total	Pedido CDF	Pedido total en unidades
6	30 días	Importación	69155	EMPAQUES PLASTIMUNDO C	41	400218000	FUNDA EMPAQUE AL VACIO 15X20 CM		23000	23000	1.72	115000	115000
20	30 días	Importación	69071	GOLDERIE TRADING SA	41	410166000	R50 ROLLOS DE PEVECIADORAS 15X1400 MTS. (RESINITE 380)		3	3	16.33	9	9
24	30 días	Importación	69155	EMPAQUES PLASTIMUNDO C	41	410207000	FUNDA EMPAQUE AL VACIO 20X25 CM		40000	40000	3.75	130000	130000
25	30 días	Importación	69155	EMPAQUES PLASTIMUNDO C	41	410208000	FUNDA EMPAQUE AL VACIO 25X30 CM		33320	33320	0.77	133300	133300
32	30 días	roducción nacion	69146	DISTRIBUIDORA IMPORTADA	41	410248000	BANDEJAS ABSORBENTES AMARILLAS 2P PARA POLLO		154000	154000	2.34	616000	616000
33	30 días	roducción nacion	69146	DISTRIBUIDORA IMPORTADA	41	410256000	BANDEJAS ABSORBENTES AMARILLAS 4P PARA MEDIO POLLO		18500	18500	3.38	74000	74000
42	30 días	roducción nacion	69146	DISTRIBUIDORA IMPORTADA	41	410302000	BANDEJAS ABSORBENTES BLANCAS 4P		68571.4	68571.4	3.15	206000	206000
116	30 días	Importación	69115	DIVERSQUIM S.A. DWE	44	401601000	CANECA DE HYPOFOAM 23.4 KG		8	8	2.75	24	24
121	30 días	Importación	69115	DIVERSQUIM S.A. DWE	44	440802000	AEROWASH DETERGENTE ALCALINO SUAVE BIDON X 60 KG		4	4	3.25	8	8

Tabla 2.3 Registro de recepción de insumos

REGISTRO RECEPCIÓN DE SUMINISTRO

Fecha de registro	Folio	Proveedor	Estadístico	Descripción	BODEGA	Categoría	Total Recibido	Stock CDF-700 FECI	STOCK TOTAL CDF
31/10/2022	69146	DISTRIBUIDORA IMPORTADORA DIPOR	410248000	BANDEJAS ABSORBENTES AMARILLAS 2P PARA	CDF	BANDEJAS	616000	4320	620320
31/10/2022	69146	DISTRIBUIDORA IMPORTADORA DIPOR	410256000	BANDEJAS ABSORBENTES AMARILLAS 4P PARA	CDF	BANDEJAS	74000	1380	75380
31/10/2022	69146	DISTRIBUIDORA IMPORTADORA DIPOR	410302000	BANDEJAS ABSORBENTES BLANCAS 4P	CDF	BANDEJAS	206000	1790	207790
1/11/2022	69071	GOLDERIE TRADING SA	410166000	R50 ROLLOS DE PEVECIADORAS 15X1400 MTS.	CDF	FILM	9	4	13
1/11/2022	69155	EMPAQUES PLASTIMUNDO CIA. LTDA.	410208000	FUNDA EMPAQUE AL VACIO 25X30 CM	CDF	FUNDAS	133300	4200	137500
1/11/2022	69155	EMPAQUES PLASTIMUNDO CIA. LTDA.	400218000	FUNDA EMPAQUE AL VACIO 15X20 CM	CDF	FUNDAS	115000	4200	119200
1/11/2022	69155	EMPAQUES PLASTIMUNDO CIA. LTDA.	410207000	FUNDA EMPAQUE AL VACIO 20X25 CM	CDF	FUNDAS	130000	5300	135300
1/11/2022	69115	DIVERSQUIM S.A. DWE	401601000	CANECA DE HYPOFOAM 23.4 KG	CDF	ICOS DE LIM	24	3	27
1/11/2022	69115	DIVERSQUIM S.A. DWE	440802000	AEROWASH DETERGENTE ALCALINO SUAVE BI	CDF	ICOS DE LIM	8	0	8

En el caso de la vida útil, el departamento de calidad de la empresa otorgo una tabla con todos los productos su proveedor y los meses que el material tiene para ser utilizado antes de que se caduque. Realizamos esta verificación con las fichas

técnicas de los proveedores facilitadas por el mismo departamento y encontramos que los datos estaban correctos.


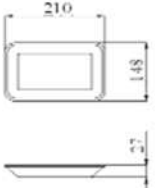


Bandeja 2P Absorbente		E-mail: servicioalcliente@plasticosecuatorianos.com.ec http: www.plasticosecuatorianos.com	
Revisión: 3 Fecha de elaboración: 2017-08-15	Elaborado por: G. Forgett Analista de Q. de Calidad	Revisado por: L. Valero Jefe de Calidad y Gestión	Aprobado por: L. Valero Jefe de Calidad y Gestión
DATOS TÉCNICOS			
Descripción General del Producto		Proceso: Termoformado Foam	
Producto resistente de fácil manipulación. Con uso exclusivo en absorción para líquidos sanguinolentos.		VARIABLES	
 <p>Este producto es fabricado con Poliestireno para foam PSPG-FOAM, Aprobado para estar en contacto con alimentos según codificación FDA 21 CFR 177.1640.</p>		Peso (g):	8.00± 0.50
		Ancho(mm):	148± 2.00
		Largo(mm):	210± 2.00
		Alto(mm):	27± 2.00
MATERIAL		Absorción (cm³):	60
		Resistencia Max. Con Producto(kg):	1.00
		ATRIBUTOS	
		Correcto embalaje:	Cumple
		Impurezas:	No Presenta
		Rebaba:	No Presenta
		Descuadre:	No presenta
		Absorción hasta 6 veces más su peso	
TEMPERATURA		DIMENSIONES (mm)	
°C	El material tiene una buena resistencia y adecuado para ser usado con alimentos a una temperatura máxima de 70 °C.		
USOS		EMBALAJE	
Este producto desechable es de uso práctico para colocar alimentos sólidos que generen líquidos. No exponga directamente al fuego; el producto se inflamaria y podría causar quemaduras o heridas.		El contenido de estos fundones fue fabricado y bajo condiciones sanitarias. No colocar objetos pesados sobre los fundones. Se colocan 500 unidades por fundón con una presentación de 4 paquetes de 125 unidades o según requerimiento del cliente. Estibar los fundones de acuerdo a espacio en bodega. Protegerse contra la lluvia, del polvo, de los rayos solares.	
VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO		VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO	
24 meses		24 meses	
COLORES			
	Blanco y amarillo.		
CALIDAD CERTIFICADA			
	Plásticos Ecuatorianos cuenta con la certificación ISO 9001:2008.		

Figura 2.5 Ficha técnica de Bandeja 2P Absorbente

Tabla 2.4 Registro de ficha técnica Bandeja 2P Absorbente

Item	ESTADISTICOS	BANDEJAS	Folio	Proveedor	Vida útil en ficha técnica	Vida útil	Requiere certificado de calidad
1	410256000	BANDEJAS AMARILLAS 4P	69146	DISTRIBUIDORA IMPORTADOR	24 meses	24 meses	Si
2	410302000	BANDEJAS BLANCAS 4P	69146	DISTRIBUIDORA IMPORTADOR	24 meses	24 meses	Si
3	410248000	BANDEJAS AMARILLAS 2P	69146	DISTRIBUIDORA IMPORTADOR	24 meses	24 meses	Si
4	410248000	BANDEJAS 2P ABSORBENTE	69208	PLASTICOS ECUATORIANOS S.A	24 meses	24 meses	Si
5	410291000	BANDEJAS LIFRESHT ATMOSFERAS 13-37	69071	GOLDERIE TRADING S.A	7 años	7 años	Si
6	410292000	BANDEJAS LIFRESHT ATMOSFERAS 13-55	69071	GOLDERIE TRADING S.A	7 años	7 años	Si
7	410293000	CARPAS PAÑALERAS	69071	GOLDERIE TRADING S.A	Indefinida	Indefinida	Si
8	410304000	BANDEJAS NEGRAS MIX PARILLERO	69071	GOLDERIE TRADING S.A	No especifica	Indefinida	Si

2.2 Análisis de Datos y Modelos de Diseño

Con la data recolectada se procederá a identificar las mejores opciones de diseño considerando agrupar los datos de acuerdo a la mayor influencia que tengan sobre el problema definido.

2.2.1 Análisis de Datos

Analizando la cantidad de unidades utilizadas para cada una de las categorías de insumos vemos que más del 90% del consumo se centra en Etiqueta, Bandeja y Fundas, estos son los insumos de mayor rotación en la bodega y como tal se les debería dar un mayor foco en la planificación de reabastecimiento, por esta razón se basara el diseño en esas tres categorías.

GRAFICA PARETO

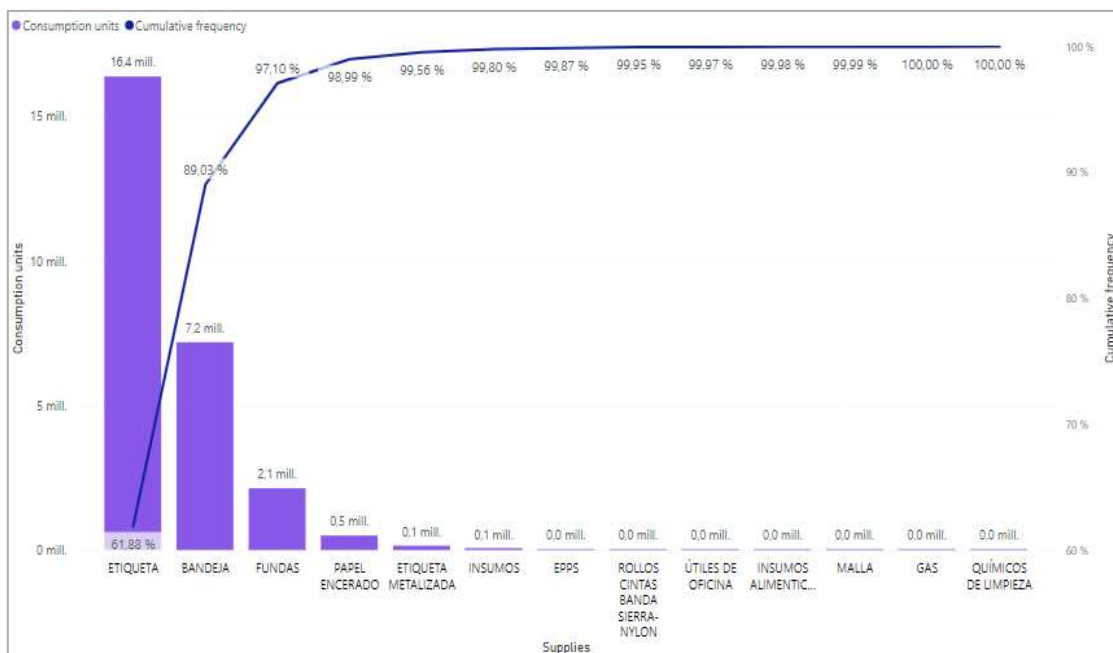


Figura 2.6 Pareto por consumo de insumos

En total se contabilizaron 59 insumos, los cuales se dividen en 35 etiquetas, 11 bandejas y 13 fundas.

2.2.2 Alternativas de Diseño

Para seleccionar cuales fueron las mejores opciones para el diseño de reabastecimiento se planteó una reunión con el jefe de mejora continua y el

jefe de bodega, donde nos aconsejaron no considerar reabastecimiento periódico ya que el modo de operación de la bodega es de constante monitoreo, como es un lugar de almacenamiento temporal, ningún producto puede pasar descuidado o aplazar su revisión de stock.

Heurística:

- Lote por lote.
Se ordena lo mismo que indica la demanda (Clasificación A).
- Periodic EOQ.
Similar al reaprovisionamiento periódico, cada cierto T se realizan las órdenes de compra (más barato que lote por lote).
- Silver Meal.
Busca el tamaño de orden con el que se pueda minimizar los costos totales relevantes por unidad de tiempo (CTRUT).

Reabastecimiento continuo:

- Por lotes.
Si el nivel de inventario llega hasta una cantidad "r" o menor, reponer hasta una cantidad Q.
- Uno a uno.
Si se disminuye una unidad, y se debe reponer instantáneamente.

DDMRP:

Se ajusta a fechas o plazos de tiempo donde prioriza por categoría (verde, amarillo, rojo, celeste) el consumo del ítem respecto al total de stock disponible.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Verificando la efectividad de los diseños se procedió a calificar el desempeño en base a criterios descritos por el jefe de bodega y en base a los indicadores resultantes del QFD teniendo en cuenta la restricción de capacidad de bodega.

3.1 Diseño

3.1.1 Análisis de Alternativas

Se enlistó las opciones de diseño y el jefe de bodega calificó cada uno de los criterios: económico, adaptable, fácil de usar y tiempo de respuesta.

Se observa que el mejor puntuado es el DDMRP:

Tabla 3.1 Criterios subjetivos

MODELO	CRITERIOS				Total
	Economico	Adaptable	Facil de usar	Tiempo de respuesta	
Reabastecimiento Continuo por lotes	3	1	3	3	10
Reabastecimiento Continuo uno a uno	1	1	3	3	8
Heuristica Lote por lote	3	1	9	1	14
Periodic EOQ	9	1	3	1	14
Silver Meal	9	1	1	1	12
DDMRP	3	9	3	3	18
Situacion Actual	1	3	3	1	8

Tabla 3.2 Escala de calificación

Calificacion	Comentario
1	Not satisfactory
3	Regular
9	Satisfactory

Tabla 3.3 Criterios de QFD

MODEL	QFD			Total
	Cobertura de stock	Cantidad de expirados	Stock de seguridad	
Reabastecimiento Continuo por lotes	1	0	1	2
Reabastecimiento Continuo uno a uno	1	0	1	2
Heuristica Lote por lote	1	0	1	2
Periodic EOQ	1	0	1	2
Silver Meal	1	0	1	2
DDMRP	1	1	1	3
Situacion Actual	1	1	0	2

Tabla 3.4 Escala de calificación QFD

Calificación	Comentario
1	El modelo mide el indicador
0	El modelo NO mide el indicador

Tabla 3.5 Costos de Implementación

MODEL	COST			Total
	Capacitacion de usuarios	Seguimiento/ supervision	Tiempo de implementacion	
Reabastecimiento Continuo por lotes	\$ 26.25	\$ 33.75	\$ 62.50	\$ 122.50
Reabastecimiento Continuo uno a uno	\$ 26.25	\$ 33.75	\$ 62.50	\$ 122.50
Heuristica Lote por lote	\$ 52.50	\$ 33.75	\$ 125.00	\$ 211.25
Periodic EOQ	\$ 52.50	\$ 33.75	\$ 125.00	\$ 211.25
Silver Meal	\$ 52.50	\$ 33.75	\$ 125.00	\$ 211.25
DDMRP	\$ 52.50	\$ 22.50	\$ 37.50	\$ 112.50
Situacion Actual	\$ 60.00	\$ 22.50	\$ 62.50	\$ 145.00

Para cuantificar dichos costos se tomó en cuenta los dólares por hora de dos operadores de bodega, un jefe y un analista y se los multiplicó por las horas necesarias para capacitación, seguimiento y de implementación que necesitaría cada opción.

Como resultado obtenemos que el modelo DDMRP es la mejor opción en los tres campos evaluados (subjetivo, QFD y costo), por lo que el prototipo se desempeñara de acuerdo a este modelo.

3.1.2 Plan de diseño

Nuestro plan de diseño fue establecido de la siguiente forma como se muestra en la tabla con las siguientes tareas o actividades con sus respectivas fechas definidas.

Tabla 3.6 Plan de Diseño del Modelo

TASK	2023																	
	ENERO																	
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Acceder a datos históricos	■	■																
Crear pronóstico para el 80% de los productos de mayor rotación			■	■	■													
Validar los valores pronosticados con el jefe de bodega y ajustar el modelo							■	■										
Realizar pruebas con los suministros que se utilizarían para producir el 80% del total de unidades de producto final									■									
Ajustar el modelo según la retroalimentación del jefe y operador de bodega										■	■							
Realizar pruebas con los suministros que se utilizarían para producir el 80% del total de unidades de producto final													■	■				
Comparar los resultados obtenidos con el estado actual.															■	■		

Después de haber evaluado los componentes destacados para el diseño se escogió el prototipo DDMRP como la opción preferible a prototipar.

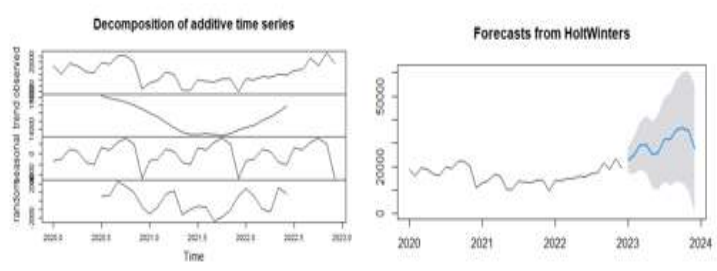
Para pronosticar nuestros productos cárnicos para el año 2023 de los meses de enero hasta diciembre se utilizó la técnica de pronóstico Holt-Winter ya que el patrón de demanda sigue un suavizado exponencial, la selección de los SKUs fue seleccionado por su mayor volumen de producción con un Pareto del 80% y un coeficiente de variación inferior al 25%.

Tabla 3.7 Selección de los SKUs por mayor volumen de producción

SKU's	Descripción	Total (Unidades)	CV	Pareto
290117000	COSTILLA Y PECHO DE RES CORTADO BANDEJA X KILO	497521	14%	11%
290112000	CARNE MOLIDA ESPECIAL TIPO I BANDEJA POR KILO	407779	7%	19%
290408000	PECHUGA DE POLLO ABIERTA BANDEJA POR KILO	325813	18%	26%
290323000	CHULETA DE CERDO POR KILO	275737	18%	32%
290403000	PIERNAS DE POLLO BANDEJA POR KILO	214114	12%	37%
290402000	PECHUGA DE POLLO BANDEJA POR KILO	196082	9%	41%
290422000	MUSLITOS DE POLLO ESPECIALES EN BANDEJA POR KILO	159355	20%	45%
290345000	FRITADA DE CERDO BANDEJA POR KILO	155742	19%	48%
290138000	CARNE FILETEADA DE RES BANDEJA POR KILO	152033	10%	51%
290154000	ESTOFADO DE RES BANDEJA POR KILO	150184	15%	54%
299506000	ALITAS BBQ TA RIKO X 6	142039	12%	57%
290574000	CUARTO DE POLLO PIERNA Y MUSLO BANDEJA POR KILO	130084	16%	60%
290134000	PULPA BISTEC/GUISADO BANDEJA POR KILO	129661	19%	63%
290575000	CUARTO DE POLLO PECHUGA Y ALA BANDEJA POR KILO	125831	12%	66%
290413000	MEDIO POLLO BANDEJA POR KILO	113719	17%	68%
290337000	CARNE SUAVE DE CERDO BANDEJA POR KILO	101262	12%	70%
290106000	PULPA BLANCA BANDEJA POR KILO	99540	11%	72%
290423000	FRITADA DE POLLO EN BANDEJA POR KILO	96328	11%	75%
290342000	CHICHARON DE CERDO BANDEJA POR KILO	90013	16%	76%
290417000	ALAS C/ESPALDILLA DE POLLO BANDEJA POR KILO	85712	20%	78%
290105000	PULPA NEGRA BANDEJA POR KILO	84573	10%	80%

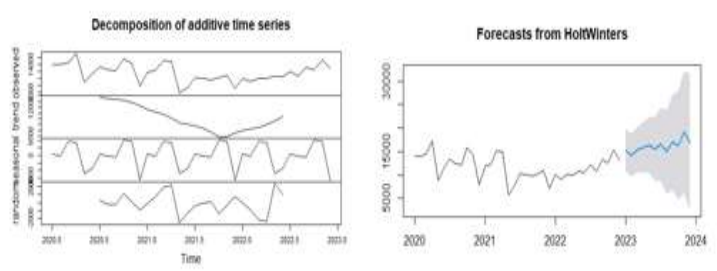
A continuación, se muestran algunos ejemplos de pronósticos usando la técnica mencionada Holt-Winter model, utilizado en el programa Rstudio donde se pueden notar las gráficas de pronóstico en el primero la descomposición de series temporales aditivas como son la tendencia, estacionalidad y aleatoriedad. En el segundo se puede ver el pronóstico para el año 2023 utilizando como base de datos los años 2020, 2021 y 2022. Y por último en el tercero, podemos notar la fórmula utilizada para pronosticar los meses de enero hasta diciembre para el año 2023 usando un nivel de confianza del 95%.

MUSLITOS DE POLLO ESPECIALES EN BANDEJA POR KILO



```
> forecast(modelot15b,12, level = 95)
      Point Forecast   Lo 95   Hi 95
Jan 2023  22855.18 17443.4566 28266.90
Feb 2023  24712.73 16756.2415 32669.22
Mar 2023  28904.91 18785.0654 39024.75
Apr 2023  29486.25 17363.6508 41608.86
May 2023  25132.10 11085.7903 39178.41
Jun 2023  26040.19 10109.4277 41970.96
Jul 2023  31446.62 13648.2140 49245.03
Aug 2023  31828.13 12165.0950 51491.17
Sep 2023  35572.39 14038.7279 57106.06
Oct 2023  36480.65 13064.2353 59897.07
Nov 2023  35400.04 10084.4506 60715.63
Dec 2023  27489.13  254.8879 54723.38
> plot(forecast(modelot15b,12, level = 95))
```

Cuarto de pollo pechuga y ala bandeja por kilo



```
> forecast(modelot9b, 12, level=95)
      Point Forecast   Lo 95   Hi 95
Jan 2023  15275.24 10795.478 19755.00
Feb 2023  14119.54 9509.908 18729.17
Mar 2023  15276.42 10387.172 20165.67
Apr 2023  15808.33 10457.956 21158.71
May 2023  16404.64 10404.281 22405.01
Jun 2023  15506.30 8677.799 22334.80
Jul 2023  16517.08 8701.133 24333.02
Aug 2023  14880.49 5937.552 23823.44
Sep 2023  17014.30 6822.130 27206.47
Oct 2023  16245.94 4696.407 27795.47
Nov 2023  19167.21 6163.352 32171.07
Dec 2023  16861.21 3314.850 31407.57
> plot(forecast(modelot9b, 12, level= 95))
```

Figura 3.1 Pronóstico usando el modelo Holt-Winter con Rstudio

En la siguiente tabla se muestran todos los productos cárnicos que fueron seleccionados para su respectivo pronóstico de enero a diciembre para el año 2023.

Tabla 3.8 Pronóstico año 2023 de los SKUs seleccionados

SKU's	Description	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
290417000	ALAS C/ESPALDILLA DE POLLO BANDEJA POR KILO	10551	10795	18263	13187	5687	6420	8292	8719	9413	8445	10054	6166
299506000	ALITAS BBQ TA RIKO X 6	19803	21244	19565	18010	27163	27265	27154	29767	42026	32734	37272	26574
290138000	CARNE FILETADA DE RES BANDEJA POR KILO	6025	7570	8318	7439	8518	9330	9260	8933	10155	9218	11695	8643
290112000	CARNE MOLIDA ESPECIAL TIPO I BANDEJA POR KILO	26798	30357	25336	28975	37342	27502	29090	26576	30517	31938	24943	22726
290337000	CARNE SUAVE DE CERDO BANDEJA POR KILO	9837	9761	10608	15520	13546	10621	9903	8233	9324	8385	9558	6993
290342000	CHICHARON DE CERDO BANDEJA POR KILO	7609	7787	8331	11682	11676	11662	9796	6888	7356	6873	8713	5971
290323000	CHULETA DE CERDO POR KILO	16982	17091	262111	34125	30153	20652	21350	19755	20936	16791	22872	16236
290575000	CUARTO DE POLLO PECHUGA Y ALA BANDEJA POR KILO	15275	14119	15276	15808	16404	15506	16517	14880	17014	16245	19167	16861
290574000	CUARTO DE POLLO PIERNA Y MUSLO BANDEJA POR KILO	15516	16701	24275	21518	14168	16647	20714	20407	24717	19573	26222	21245
290154000	ESTOFADO DE RES BANDEJA POR KILO	15352	15501	16334	17874	16473	13100	14314	12435	12449	11509	13317	8671
290345000	FRITADA DE CERDO BANDEJA POR KILO	6321	7847	8295	11691	11500	11839	15097	11232	15014	12655	12294	9609
290423000	FRITADA DE POLLO EN BANDEJA POR KILO	13447	14936	13135	15099	11140	14180	18158	19251	20432	17039	19314	14819
290413000	MEDIO POLLO BANDEJA POR KILO	11138	11697	16839	14119	6965	8342	11495	11028	10700	9468	11224	7344
290422000	MUSLITOS DE POLLO ESPECIALES EN BANDEJA POR KILO	22855	24712	28904	29486	25132	26040	31446	31828	35572	36480	35400	27489
290408000	PECHUGA DE POLLO ABIERTA BANDEJA POR KILO	44419	42402	44094	44984	47370	42466	44795	43637	50776	45223	55238	48537
290402000	PECHUGA DE POLLO BANDEJA POR KILO	27435	25634	29292	29513	26944	25100	28159	29312	32861	31827	38763	31624
290403000	PIERNAS DE POLLO BANDEJA POR KILO	28315	27907	32178	31338	28282	28001	32420	35487	39732	39138	42794	35999
290134000	PULPA BISTEC/GUISADO BANDEJA POR KILO	10088	11043	12737	11576	12741	10751	9081	9034	9826	8617	11499	7759
290106000	PULPA BLANCA BANDEJA POR KILO	8011	7832	6539	6812	9932	7749	7299	6302	4212	5429	7744	5522
290105000	PULPA NEGRA BANDEJA POR KILO	7082	6814	5716	6860	8766	6923	5966	6523	5473	4441	6910	4076

3.2 Prototipo / Simulación

En esta sección se desarrolló la simulación del modelo, una vez obtenido el pronóstico del 2023 del producto final, se transformó las cantidades a materia prima demandada por mes, estos valores fueron colocados en el modelo y los resultados se los comparó con el 2022.

3.2.1 Desarrollo de Prototipo

Utilizando el BOM de materiales se transformó el total de productos terminados a material de empaque con su respectiva cantidad demandada por mes en el 2023.

Tabla 3.9 Transformación de unidades de producto terminado a unidades de material de empaque (BOM)

ID	Description	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
400214000	ETIQUETAS AUTOADHESIVAS BIZERBA IMPRESAS ARTE TIA GRANDE	310872	316615	591683	371935	348877	317884	353088	340129	373775	340030	387721	306290
400402000	ETIQUETAS ALITAS BBQ / POLIPROPILENO BLANCO / ROLLO DE 1000	19803	21244	19565	18010	27163	27265	27154	29767	42026	32734	37272	26574
400407000	ETIQUETA IMPRESAS CARNES TIA / POLIP.TERM. UV 5.5 X 7.13 CM	19803	21244	19565	18010	27163	27265	27154	29767	42026	32734	37272	26574
410207000	FUNDA DE EMPAQUE AL VACIO 20X25CM CDF/CND/CRD	19803	21244	19565	18010	27163	27265	27154	29767	42026	32734	37272	26574
410248000	BANDEJAS AMARILLAS P POLLO 2P 115718AR,	167262	166411	187154	187746	169440	167940	192209	194802	221104	205525	236898	196574
410256000	BANDEJAS AMARILLAS 4P PARA MEDIO POLLO ABSOR.	21689	22492	35302	27306	12652	14762	19787	19747	20113	17913	21278	13510
410310000	BANDEJAS PET H60 INCLUIDO PAD 180X900X60 BANDEJA	121921	127712	369427	156883	166785	135182	141092	125580	132558	116592	129545	96206
430102000	ETIQUETA 97 PORCIENTO LIBRE DE GRASA BANDEJA CARNE TIPO I	26798	30357	25336	28975	37342	27502	29090	26576	30517	31938	24943	22726
490207000	ETIQUETAS IMPRESA CARNES TIA UV 5.5X 7CM	19803	21244	19565	18010	27163	27265	27154	29767	42026	32734	37272	26574
490249000	ETIQUETAS IMPRESAS 4 COLORES FILLETES DE CARNES / 12.3X5.7CM/POLIPROP.	6025	7570	8318	7439	8518	9330	9260	8933	10155	9218	11695	8643

Para distinguir las variables de entrada y salida del modelo a continuación se muestran:

Inputs:

- Código del producto
- Cantidad demandada
- Coeficiente de variación
- Stock total
- Consumo promedio
- Lead time
- Vida útil

Outputs:

- Días de stock disponible
- Estado de pedido
- Cantidad máximo de pedido
- Buffer – Stock de seguridad
- Cantidad de pedido real

Como primer paso se coloca la información sobre el aprovisionamiento, como la demanda, el inventario en almacén, la fecha en que se actualizó el valor y el consumo promedio de acuerdo al año 2022.

Tabla 3.10 Modelo DDMRP registro de información

Mes	Estadistico	Descripcion	Categoria	Cantidad Demandada	Stock Total	Fecha de Revision	Consumo Promedio (semanal)
Enero	400214000	ETIQUETAS BIZERBA ARTE	ETIQUETA	310872	800000	26/12/2022	182667

Segundo, se calcula los días de stock (dividiendo el inventario total entre el consumo transformado a días) y el %DDMRP que sirve para realizar alertas de cuando realizar el pedido.

Tabla 3.11 Modelo DDMRP información calculada

Dias de stock	Lead time (días)	Tiempo de gestión	Lead time alerta	DDMRP	ESTADO
28	75	1	76	-63%	Riesgo de Stockout
14	10	1	11	27%	Realizar Pedido
12	7	1	8	50%	Alerta proximos dias
77	30	1	31	148%	Disponible stock

$$\% DDMRP = \left(\left(\frac{\text{Dias de stock}}{\text{Lead time} + \text{Tiempo de gestion}} \right) - 1 \right) \times 100$$

Ecuación 3.1 Porcentaje de DDMRP

Se establecen rangos de alertas:

- %DDMRP \leq 0%: Riesgo de stockout (zona roja).
- $0\% < \%$ DDMRP \leq 33%: Realizar pedido (zona amarilla).
- $33\% < \%$ DDMRP \leq 66%: Alerta en los próximos días (zona celeste).
- %DDMRP $>$ 66%: Inventario disponible (zona verde).

Tercero, se establece la cantidad máxima de pedido para un suministro, validando que si se excede, es probable que el suministro expire antes de que pueda ser consumido completamente.

Tabla 3.12 Modelo DDMRP validación de la información

Vida util (días)	Real Vida util	Maximo Pedido	Lead time (meses)	Demanda acumulada
360	285	7437156	3	1219170

Cuarto, se le asigna un buffer considerando la variación del suministro y calcula un inventario de seguridad basado en el consumo promedio. Finalmente, la cantidad de pedido es la suma del buffer y la demanda acumulada.

Tabla 3.13 Modelo DDMRP cantidad de pedido calculada

CV	Buffer	CANTIDAD DE PEDIDO (mensua)
8%	28484	1247654

3.3 Resultados / Análisis

Comparando los resultados obtenidos del 2022 con el modelo actual contra los resultados de la simulación del 2023 con el modelo DDMRP observamos que existe una reducción en el porcentaje de stockout de 23% a 15%, ya que con la nueva propuesta se puede llevar el control por código de colores y es más sencillo revisar además de los que hay que realizar el pedido, los que están próximos al lead time (zona amarilla). Queda en riesgo aquellos productos

importados que presentan lead times superiores a 60 días, los cuales el modelo los registra como posible stockout.

Como objetivo ambiental, el porcentaje de caducados se redujo a cero al establecer una cota máxima de pedido que limita compra excesiva de material que no vaya a rotar en bodega.

Las unidades consumidas disminuyeron de 13 millones a 10 millones considerando que ahora se reduce el desperdicio y mal gasto de material, además de que se consolida mejor las órdenes de compra pudiendo reducir costos en tamaños de compra grandes a diferencia del 2022 que se realizan órdenes de compra de forma desordenada para pedidos puntuales.

Como objetivo económico, se redujo el monto en dólares de las compras de materia prima decreciendo en un 31% respecto al 2022, teniendo relación a la disminución de unidades consumidas.

Como objetivo social, se redujo una hora en la gestión de requerimientos de compra, consolidando en un día la actividad, ya que el modelo facilita el seguimiento de la cantidad de pedido a realizar.

Tabla 3.14 Factores de sostenibilidad y resultados

	Actual	DDMRP
% Stockout (anual)	23%	15%
% Caducado (anual)	4.41%	0%
Cantidad de materia prima (anual)	13,171,800	10,479,310
Compra de materia prima (anual)	\$ 697,008	\$ 482,030
Gestión de requerimientos de compra de suministros (tiempo)	2 Dias (3 horas)	1 Dias (2 horas)

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

El objetivo general de este estudio fue diseñar un modelo de reposición de inventario para el empaque de productos cárnicos para disminuir desabastecimientos, reducir mermas por caducidad de artículos y agilizar tiempos en la planificación de pedidos de insumos para producción y para el cumplimiento de este se estableció 4 objetivos específicos. Primero, clasificar las categorías de suministro analizando el consumo de los SKUs. Segundo, calcular un pronóstico mensual de los SKUs de producto final para el año 2023. Tercero, comparar diferentes modelos de suministro, evaluar y seleccionar la opción más adecuada para cada SKU. Finalmente, establecer métricas para medir el desempeño del sistema de inventarios y monitorear los días de cobertura para cada suministro.

Se cumplió el objetivo específico 1 mediante la evaluación de los modelos de reabastecimiento continuo, las heurísticas y los modelos impulsados por la demanda, y el modelo DDMRP presentó flexibilidad en términos de días de cobertura y fechas de caducidad y un costo de implementación de \$112, teniendo en cuenta las horas de capacitación y la respuesta del modelo.

Se cumplió con el objetivo 2 distinguiendo de las 13 categorías de materia prima existentes, a través de la técnica de Pareto se observó que el 97% del consumo se concentra en Etiquetas, Bandejas y Fundas, las cuales se distribuyen el consumo de la siguiente forma en el año 2022: 35 tipos de etiquetas consumen 10.4 millones de unidades, 11 tipos de bandejas consumen 7.2 millones de unidades y 13 tipos de fundas consumen 2.1 millones de unidades.

Se cumplió con satisfacción el objetivo 3 determinando que la demanda del producto terminado es suavizada, ya que presenta un $ADI = 1$ y un $CV2 = 15\%$. Por lo tanto, se utilizó el modelo Holt con la herramienta R para determinar el pronóstico para 2023, resultando en un error del 17%.

Se cumplió el objetivo 4 al presentar el modelo DDMRP con un campo que se calcula dividiendo los días de inventario disponible entre el tiempo de entrega del proveedor. Si el valor es menor al 33% y mayor al 0%, entonces se debe realizar un pedido.

Como parte de la solución se respetó las restricciones de tamaño de orden de compra, es decir que las órdenes de pedido se las configuro para cantidades de lotes específicos y no unidad por unidad, además que para el diseño del modelo se utilizaron herramientas del paquete de Microsoft Office 365 que la empresa ya contaba y R Studio un programa gratuito, por lo que se mantuvo un presupuesto sin costos adicionales a más del costo de capacitación y seguimiento en la implementación del modelo.

4.2 Recomendaciones

- Realizar un registro para la recepción de materia prima con el fin de validar la fecha de caducidad y verificar si el proveedor entrega el producto con la vida útil completa.
- Registrar el desperdicio de suministros durante la producción por causas de reproceso.
- Medir el progreso diario del consumo de suministros en relación al cumplimiento de las unidades de producto terminado.

BIBLIOGRAFÍA

- Akao, Yoji (1997). "QFD: Past, Present and Future". International Symposium on QFD '97. Linkoping, Sweden.
- Akao Yoji and Glenn H. Mazur (1998). "Using QFD to Assure QS-9000 Compliance". International Symposium on QFD '98. Sydney.
- Barad, Miryam and Denis Gien (2001). "Linking improvement models to manufacturing strategies-a methodology for SMEs and other enterprises", International Journal of Production Research, Vol 39, No. 12, pp. 2675-2695.
- Scheiber, K. ISO 9000 La gran revisión: guía para la implantación de requisitos de la norma. 2a. ed. Viena: OVQ, 1999. p.183
- International Standard Organization (Suiza). ISO 9000: Sistemas de gestión de calidad – Fundamentos y vocabulario. Ginebra: ISO, 2005.
- Arango Martínez D.M., Ángel Álvarez B.E. "Plan de implementación Six Sigma en el proceso de admisión de una institución de educación superior". Prospect. Vol. 10, No. 2, julio – diciembre de 2012, págs. 13-21.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). Administración de la Cadena de Suministro: Estrategia, planeación y Operación (5ta edición).
- Cinelli, M., Ferraro, G., Iovanella, A., Lucci, G., & Schiraldi, M. M. (2020). A network perspective for the analysis of Bill of material. Procedia CIRP, 88, 19-24.
- Griffin, Abbie and John Hauser. (1991). The Voice of the Customer. John Wiley & Sons Ltd. U.S.A.
- Guerrero, H. (2017). Inventario Manejo y Control. Segunda Edición. ECOE Ediciones.
- Taha, H (2011). Investigación de Operaciones (9na ed).
- Yang, K. and El-Haik, B. (Eds.) (2003) Design for Six Sigma: A Roadmap for Product Development, McGraw-Hill, New York.
- Santos, L. A. D. S. (2020). Demand-Driven Material Requirements Planning (DDMRP) implementation impacts on Supply Chain

Management strategic processes: an AHP approach (Doctoral dissertation, Universidad de Sao Paulo).

- Rushton, Alan & Oxley, John (2010). The Handbook of Logistics and Distribution Management. 4 th. Edition. Kogan Page Limited.
- Marin, J. A. A., García, J.A.G., & Gómez, O. D. C. (2013). Gestión de compras e inventarios a partir de pronósticos Holt-Winters y diferenciación de nivel de servicio por clasificación ABC. *Scientia et technica*, 18(4), 743-747.

APÉNDICES

APÉNDICE A

Column #		1	2	3	4	5
Direction of Improvement		▼	◇	◇	▼	▲
Maximum Relationship	Functional Requirements	Ratio of supplies expired	Safety stock level	Space capacity per item	Weekly supply coverage > Lead time	Compliance with supply delivery times
	Customer Requirements (Explicit and Implicit)					
9	Know when to order each input and supply	●	○	○	●	○
9	Set the quantity needed to avoid running out of inventory	○	●	○	○	○
9	Do not Exceed the storage capacity in the cold cellar	▽	▽	●	▽	▽
3	Give visibility to the useful life of the item	○	○	▽	○	○
3	The quantity of consumption of the item be the closest to the current production	▽	▽	▽	○	▽
9	Consider the supplier's delivery time on each item	○	○	▽	●	●
3	An easy to understand model for users	▽	▽	▽	○	▽
3	Verify the transfer frequency between the dry and cold warehouse	▽	▽	○	▽	▽
	Target	< 5%	> 90%	< 95%	< 20%	100%
	Max Relationship	9	9	9	9	9
	Technical Importance Rating	309.76	221.95	246.34	436.59	251.22
	Relative Weight	21%	15%	17%	30%	17%
	Weight Chart					

Correlations	
Positive	+
Negative	-
No Correlation	

Relationships	
Strong	●
Moderate	○
Weak	▽

Direction of Improvement	
Maximize	▲
Target	◇
Minimize	▼

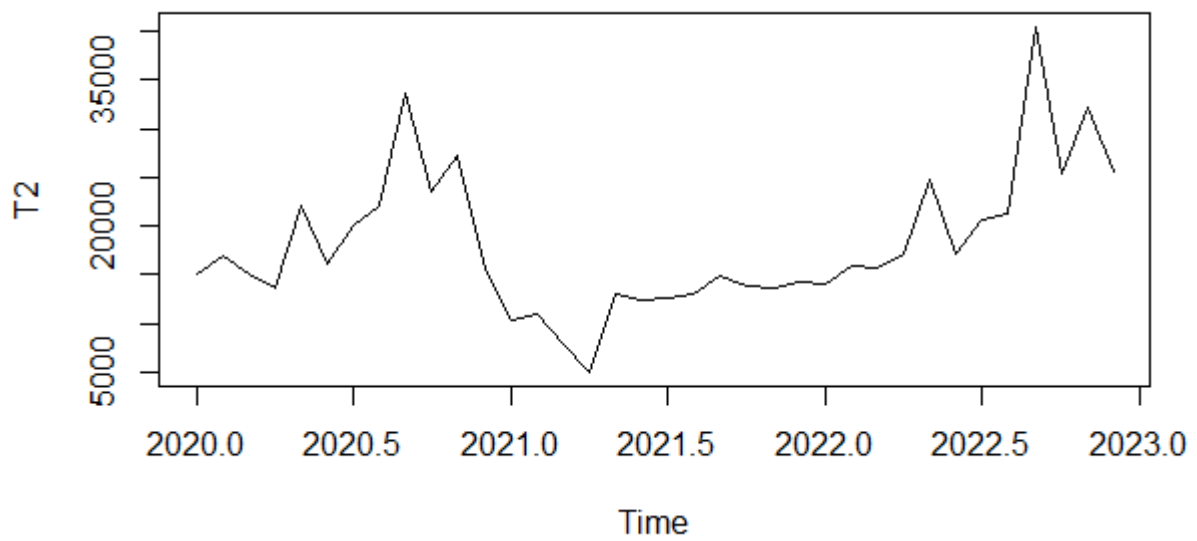
APÉNDICE B

Data		Operational definitions and procedures		
What	Data type	How measured	Related conditions (stratification factors)	How / Where recorded
Supply consumption	Discrete	Measured in units, per day from the beginning of work shift 1 to the end of work shift 2.	Week Type of supply	Use attached record sheet

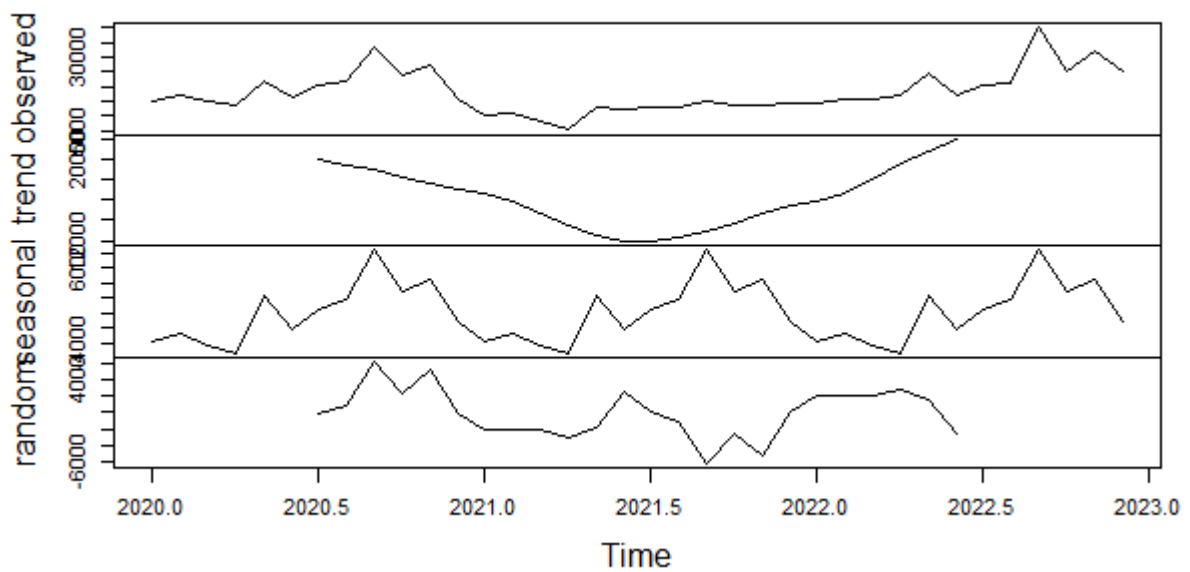
Data		Operational definitions and procedures		
What	Data type	How measured	Related conditions (stratification factors)	How / Where recorded
Warehouse arrival times of supplies	Discrete	In days, from the time the order is placed by the plant to the time the goods are received in the dry goods warehouse.	Supply type	Use attached record sheet

Data		Operational definitions and procedures		
What	Data type	How measured	Related conditions (stratification factors)	How / Where recorded
Lifespan of supplies	Discrete	Measured in days from when the material is manufactured to when it expires	Supply Type	Use attached registration form

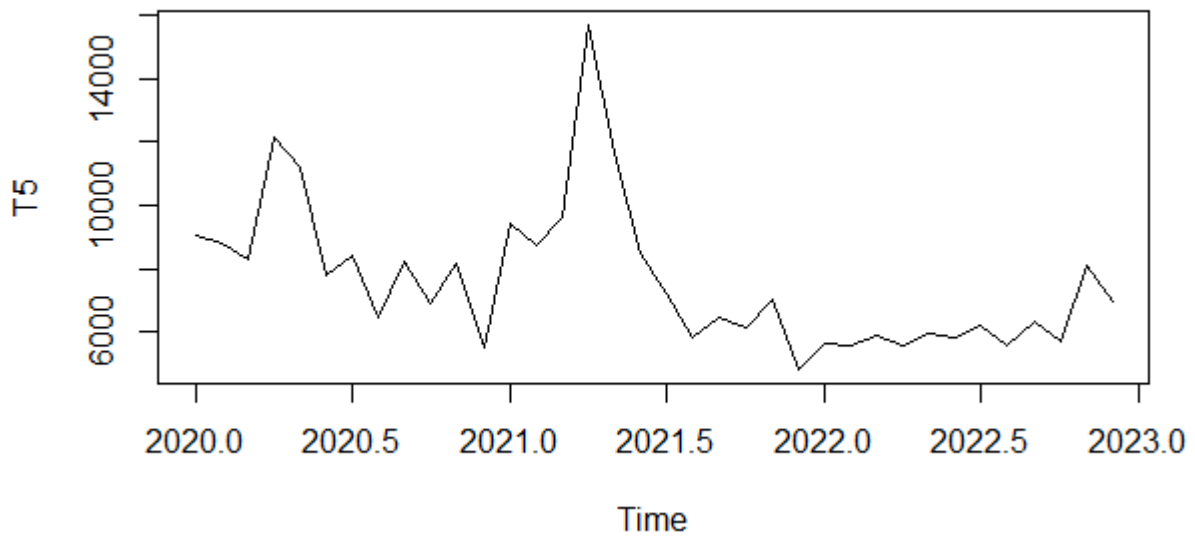
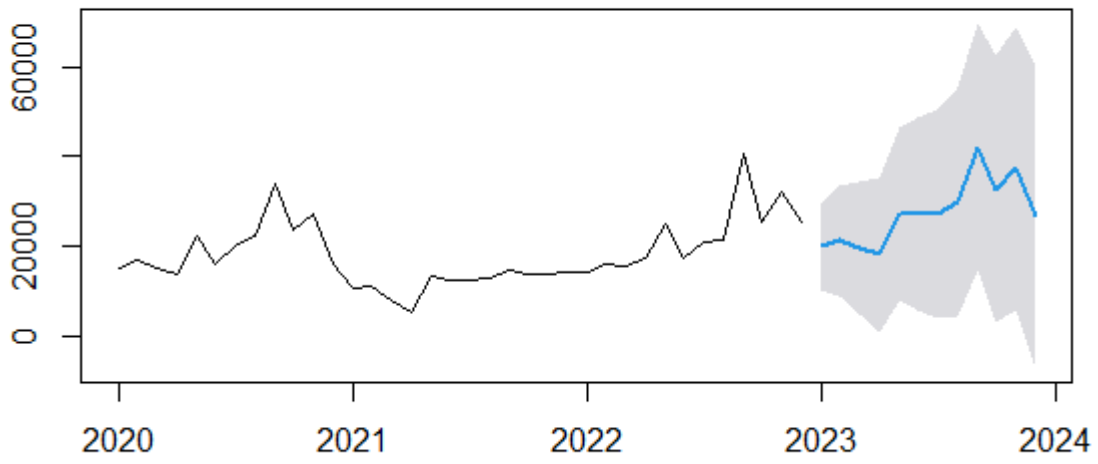
APÉNDICE C



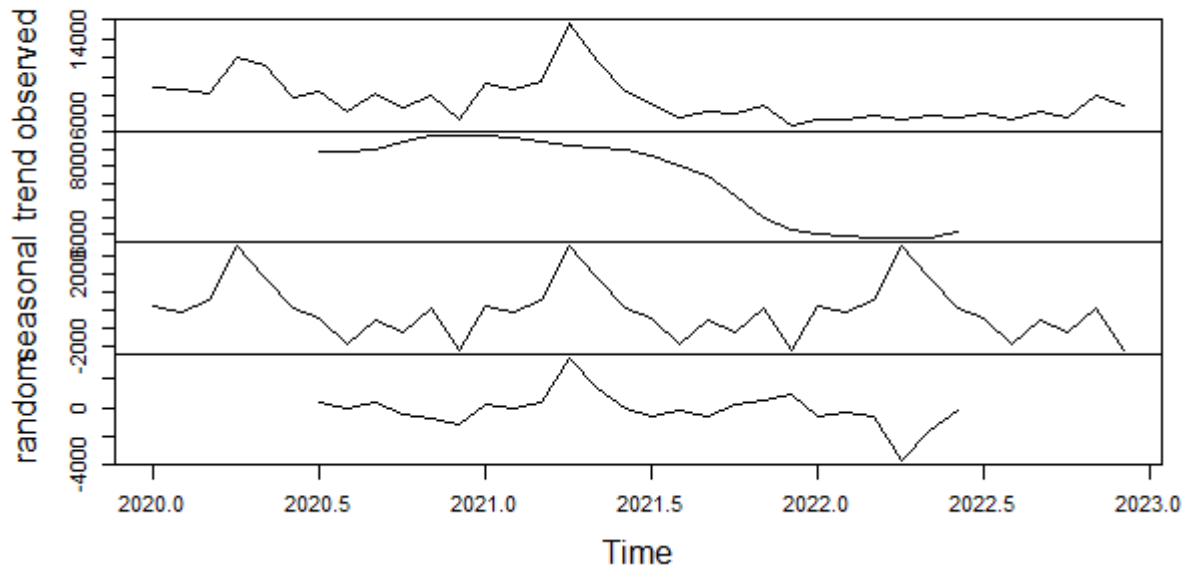
Decomposition of additive time series



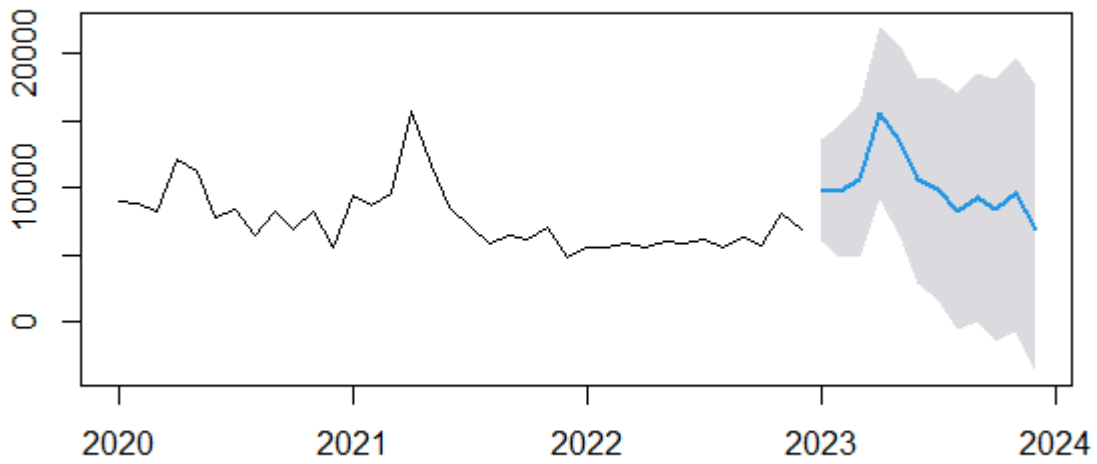
Forecasts from HoltWinters

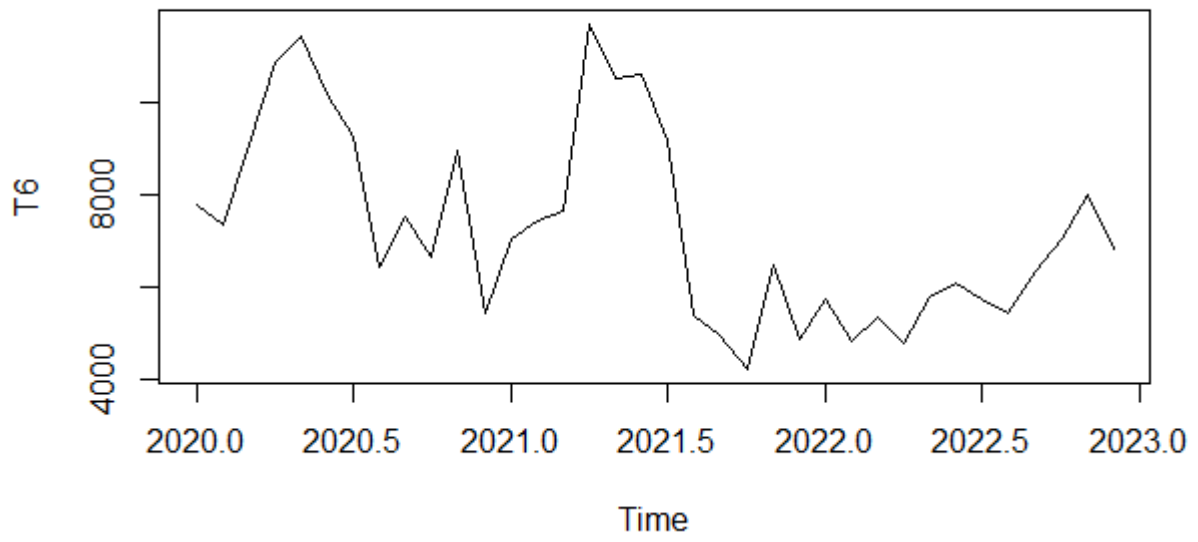


Decomposition of additive time series

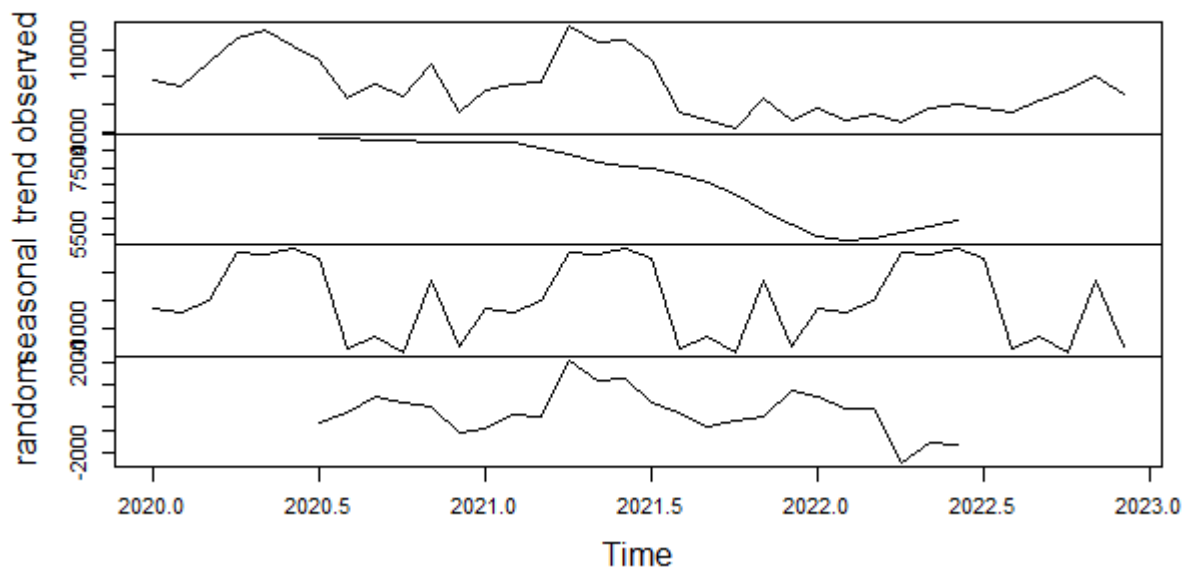


Forecasts from HoltWinters

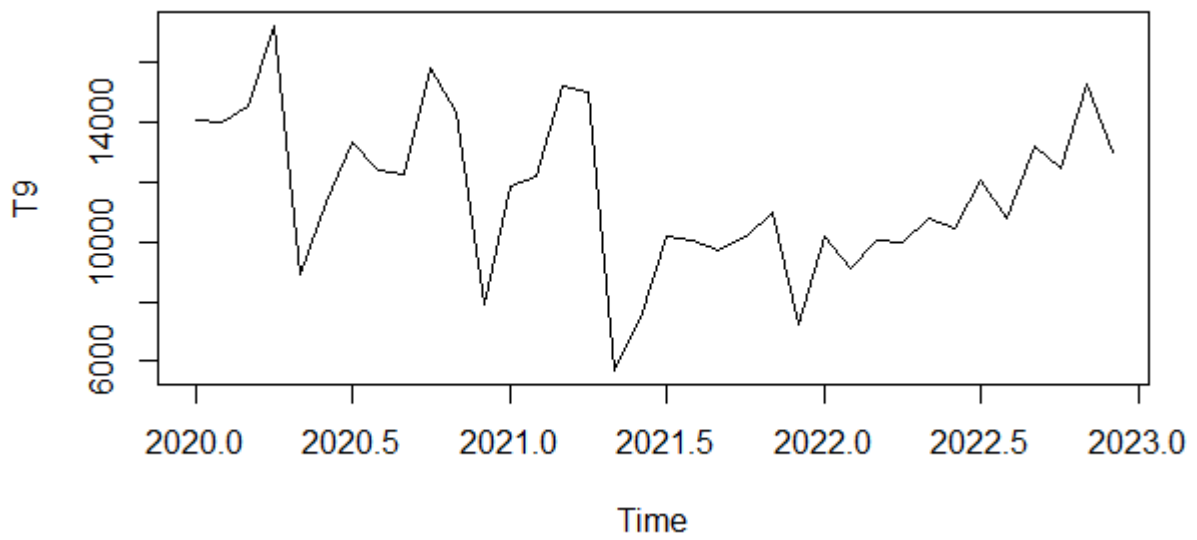
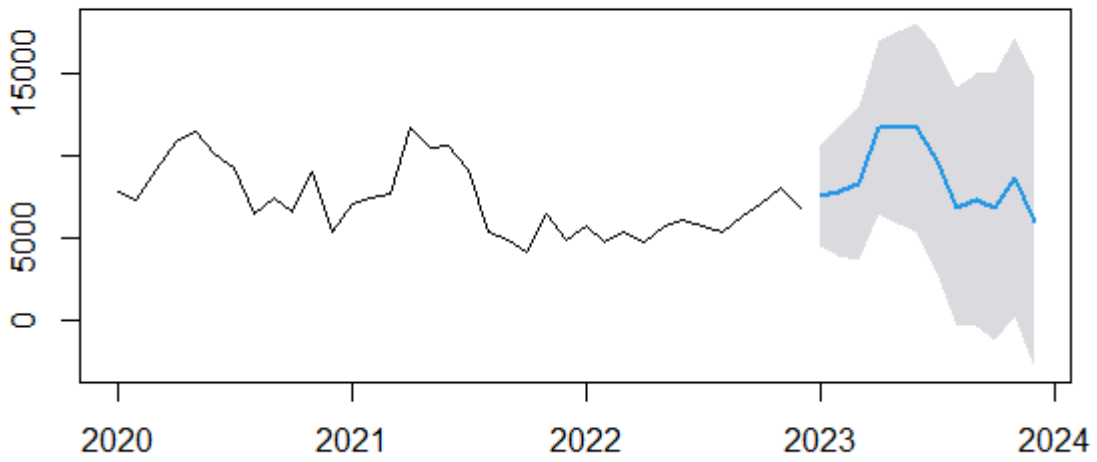




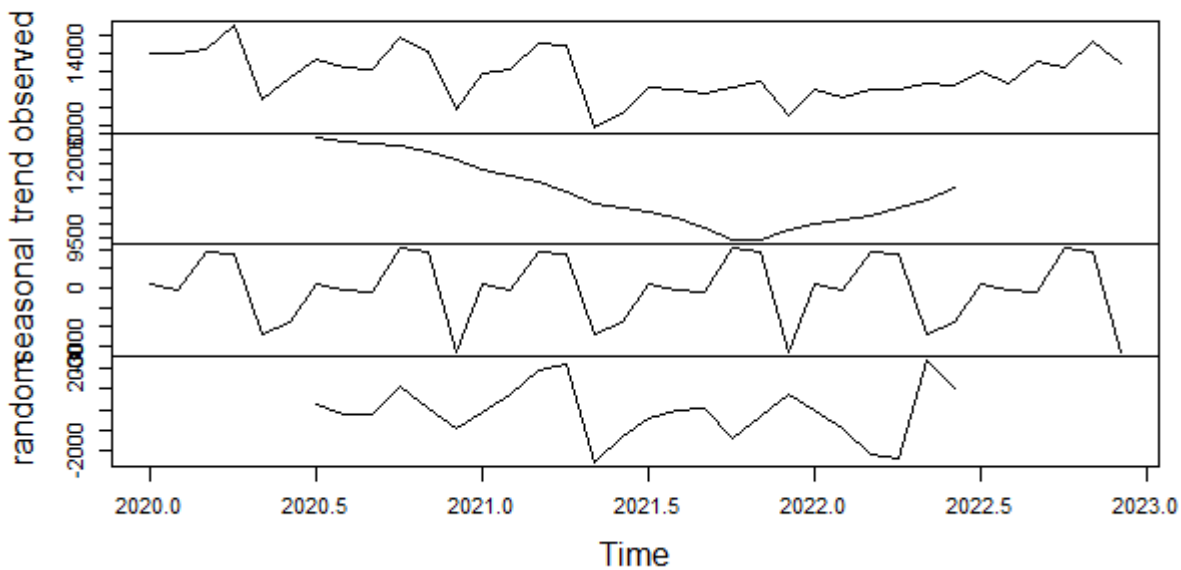
Decomposition of additive time series



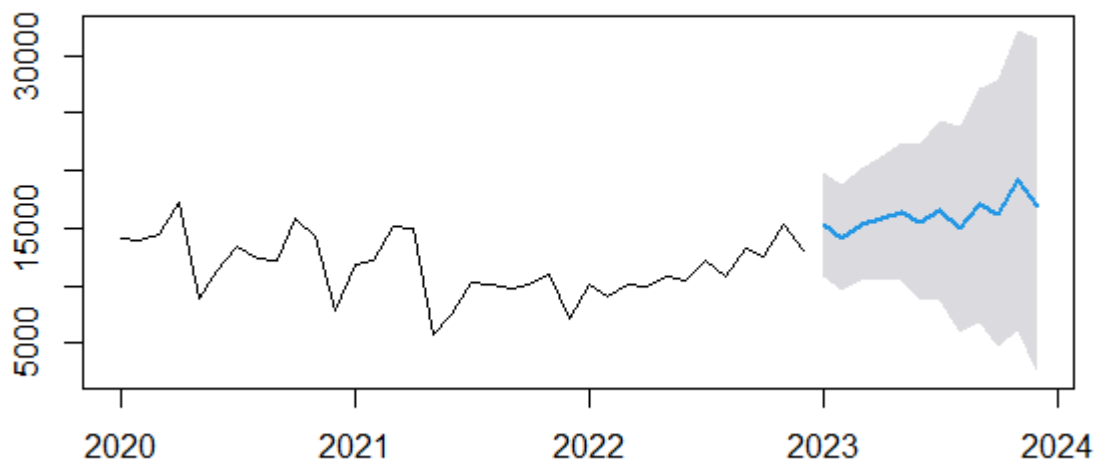
Forecasts from HoltWinters

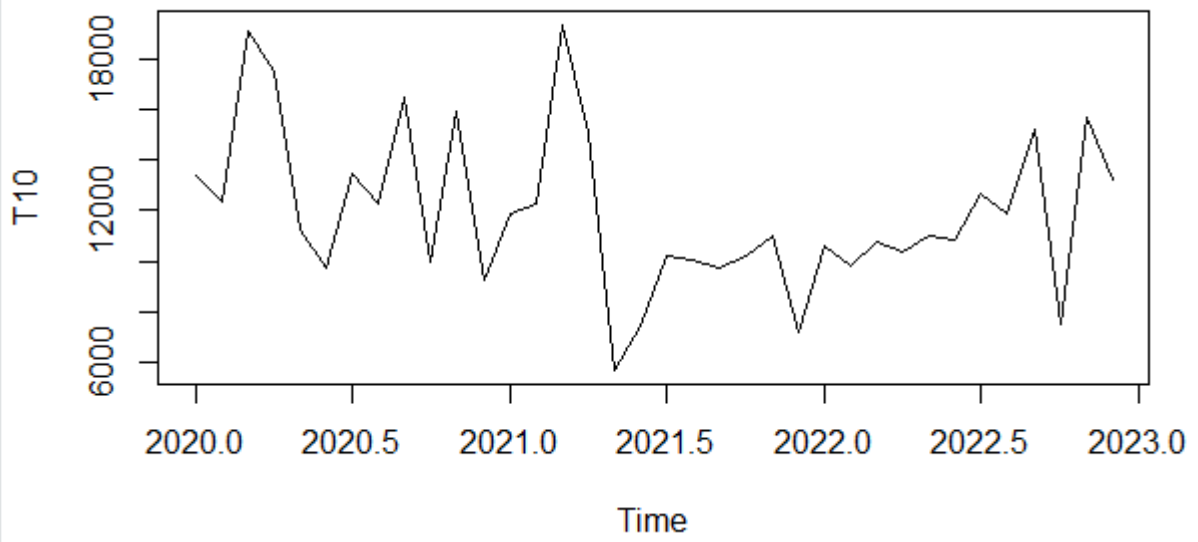


Decomposition of additive time series

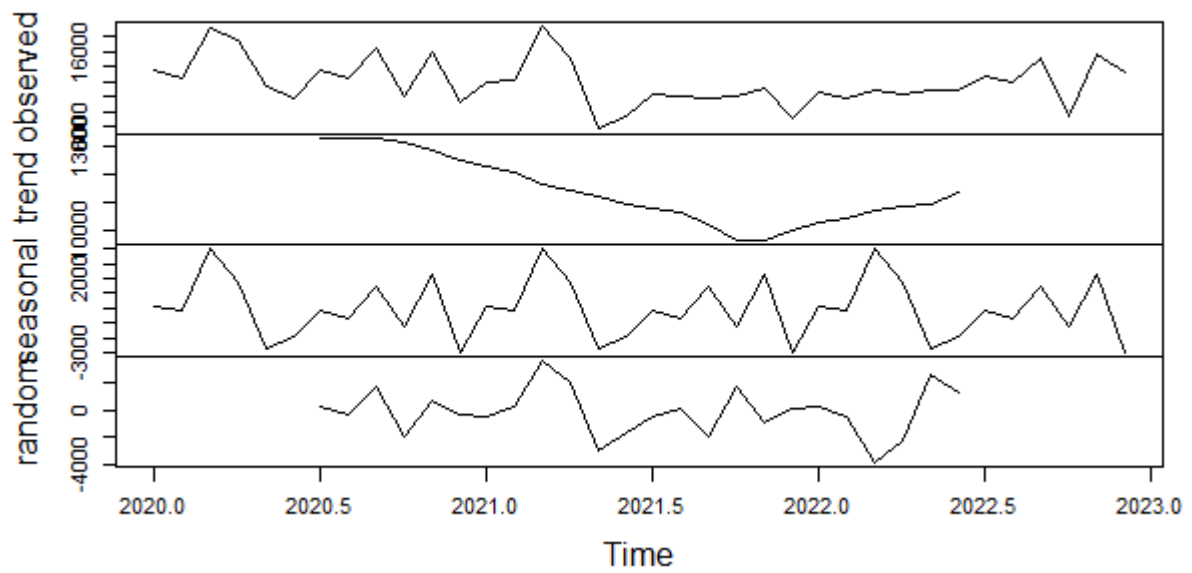


Forecasts from HoltWinters

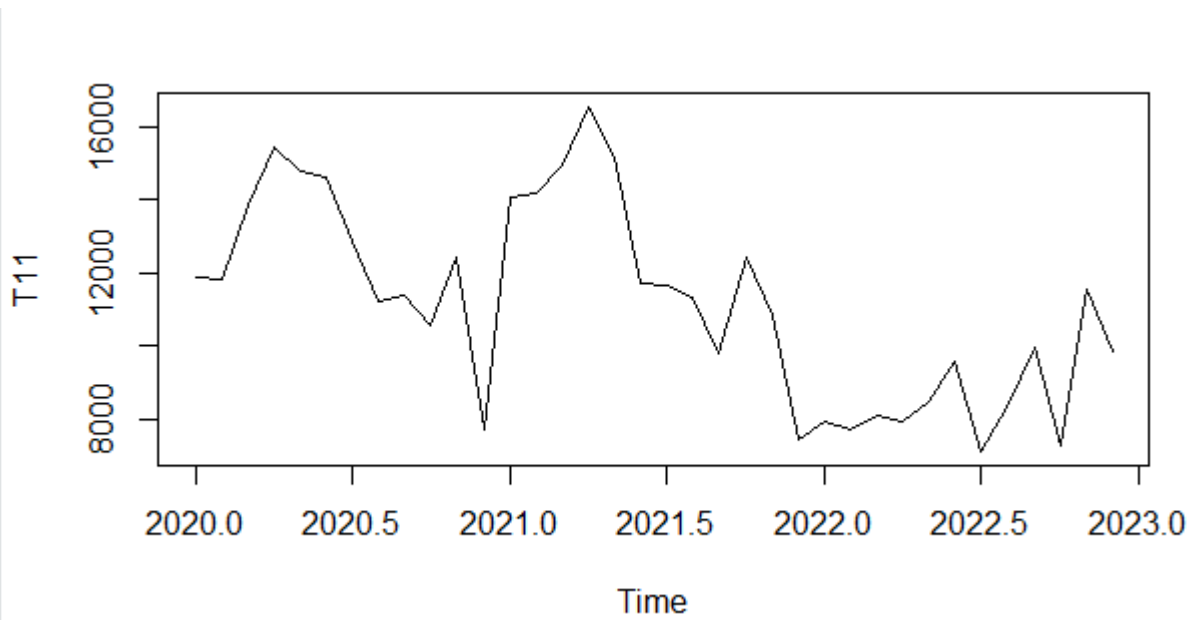
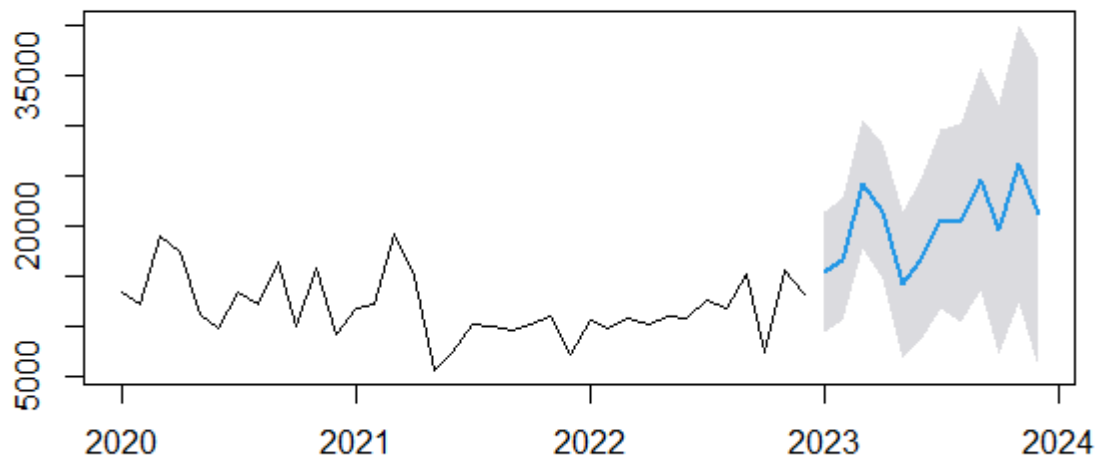




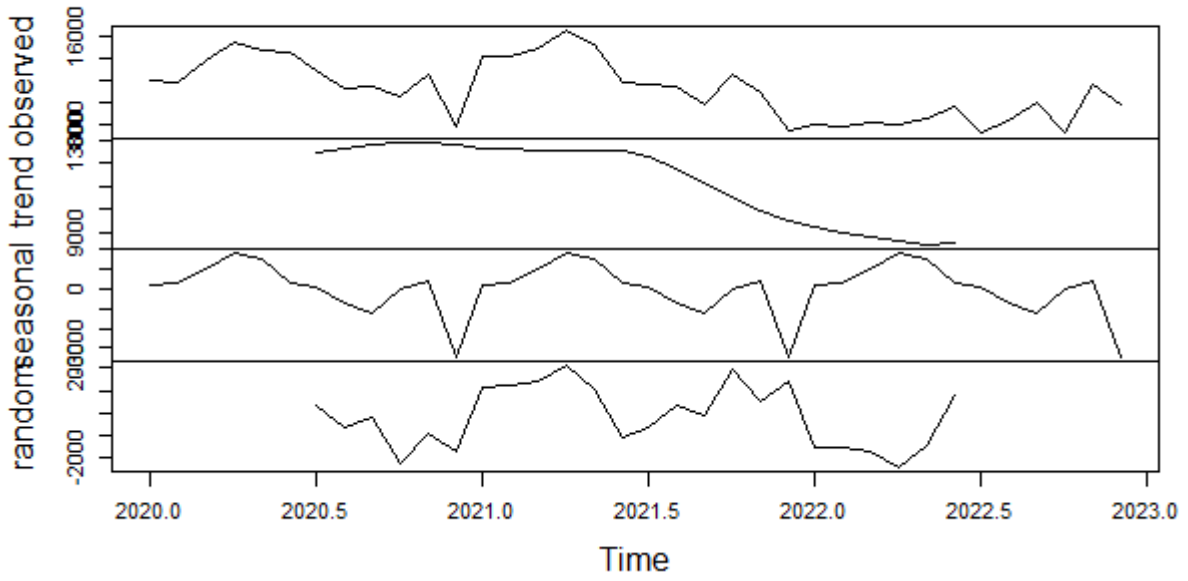
Decomposition of additive time series



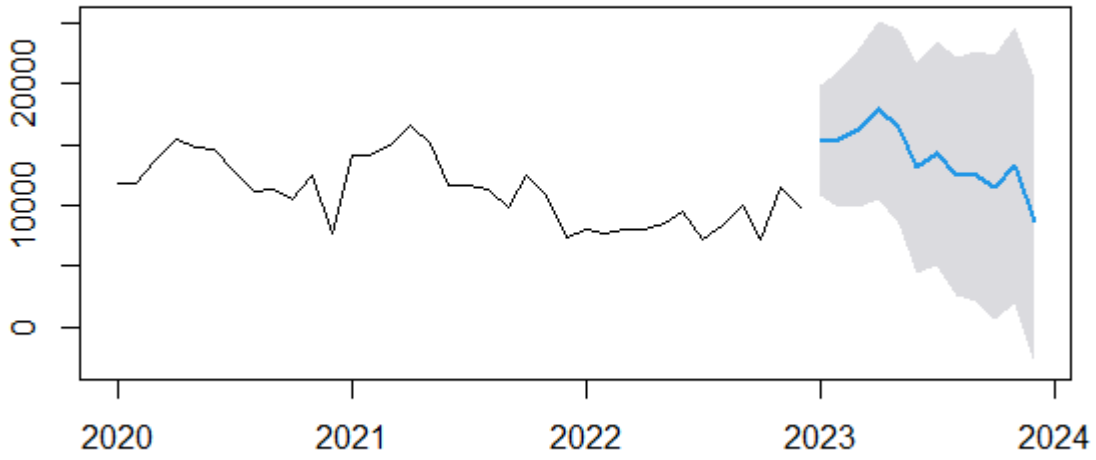
Forecasts from HoltWinters

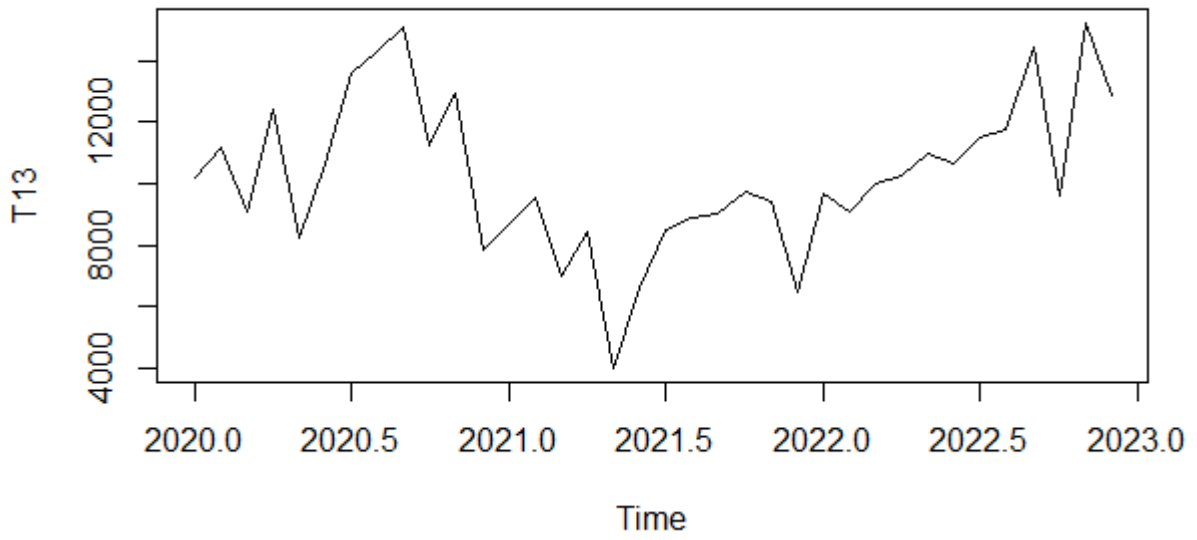


Decomposition of additive time series

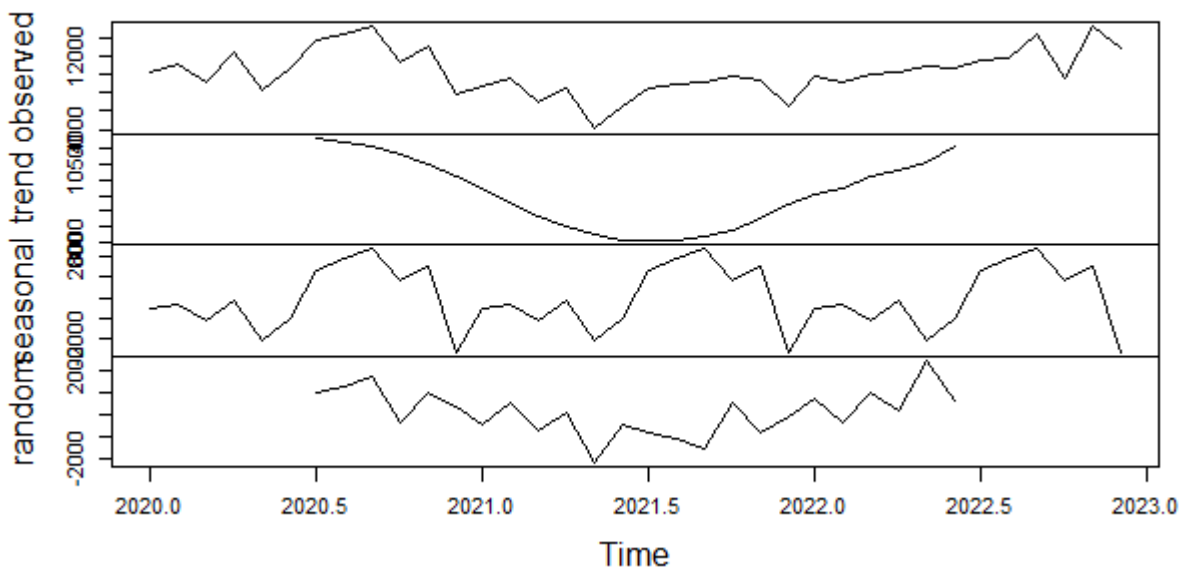


Forecasts from HoltWinters

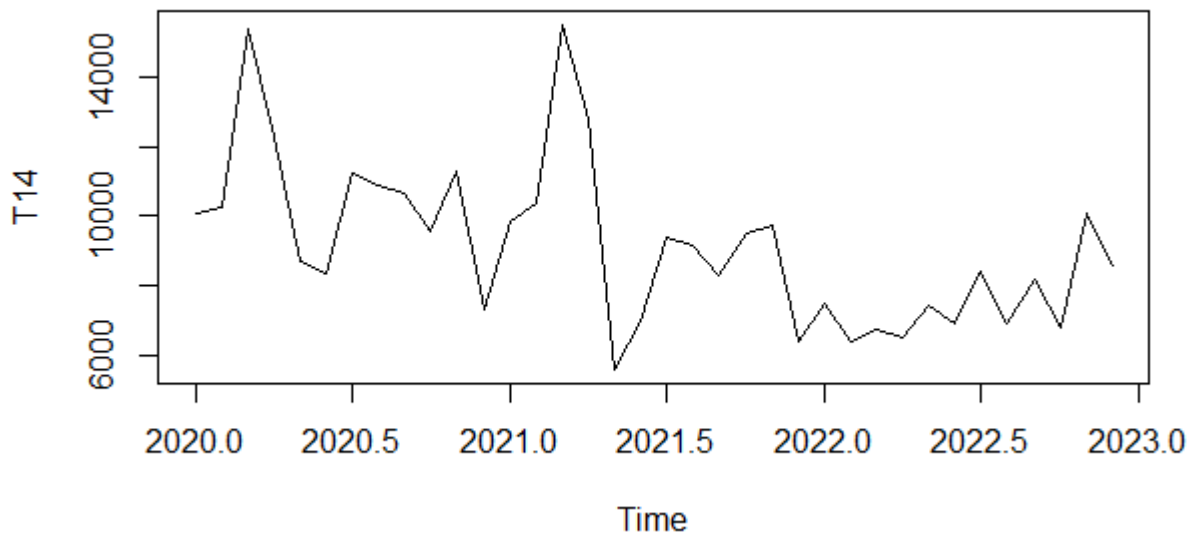
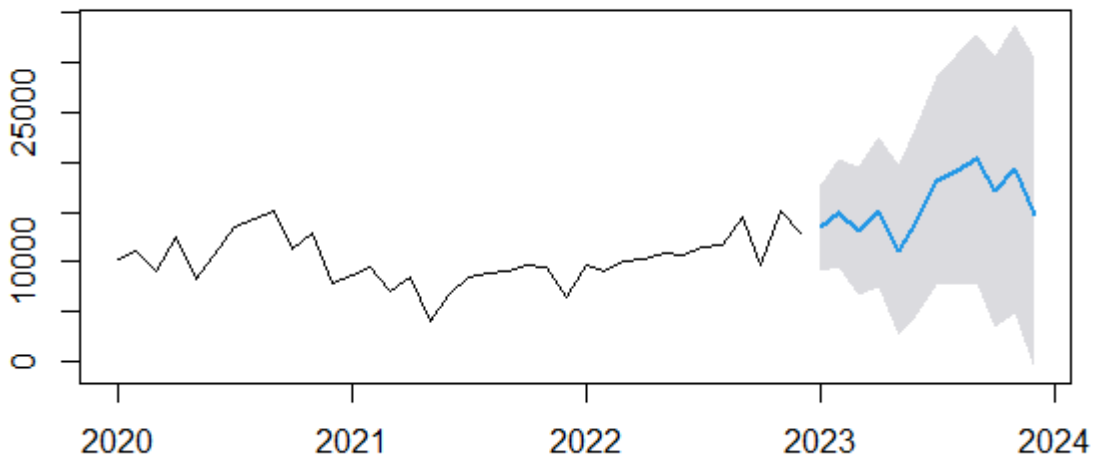




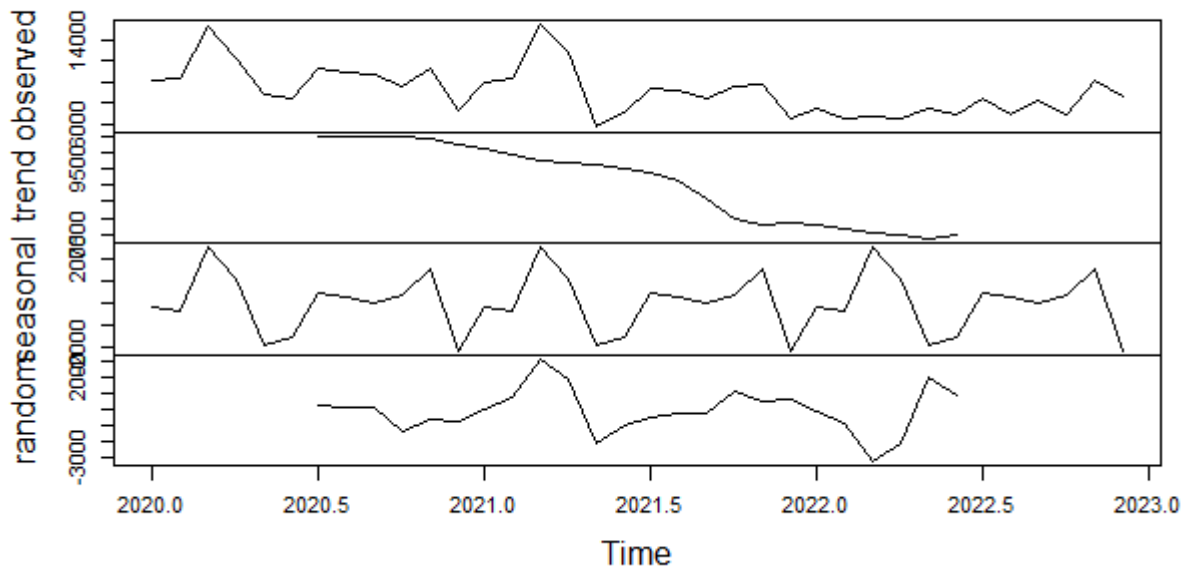
Decomposition of additive time series



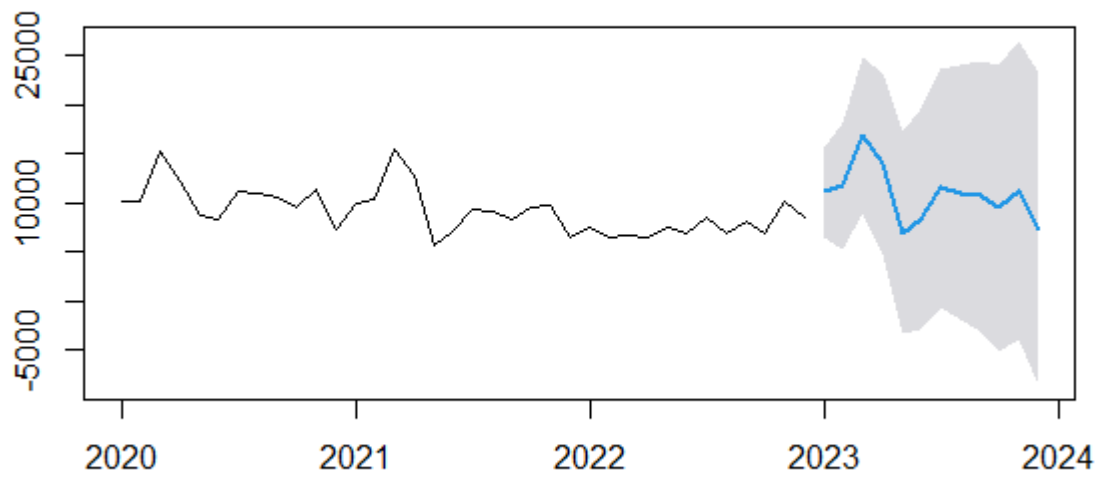
Forecasts from HoltWinters

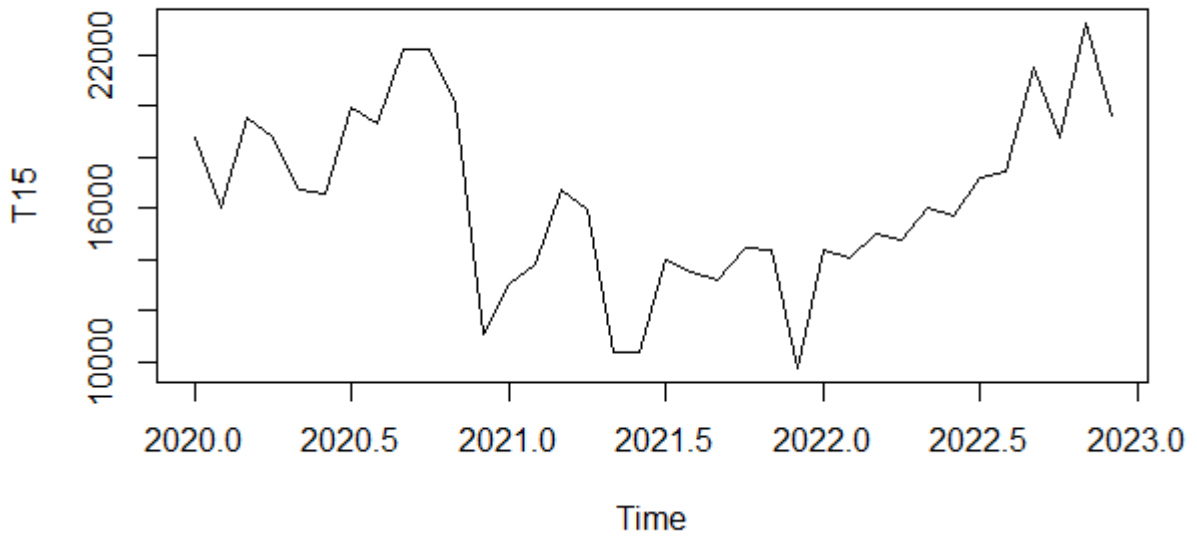


Decomposition of additive time series

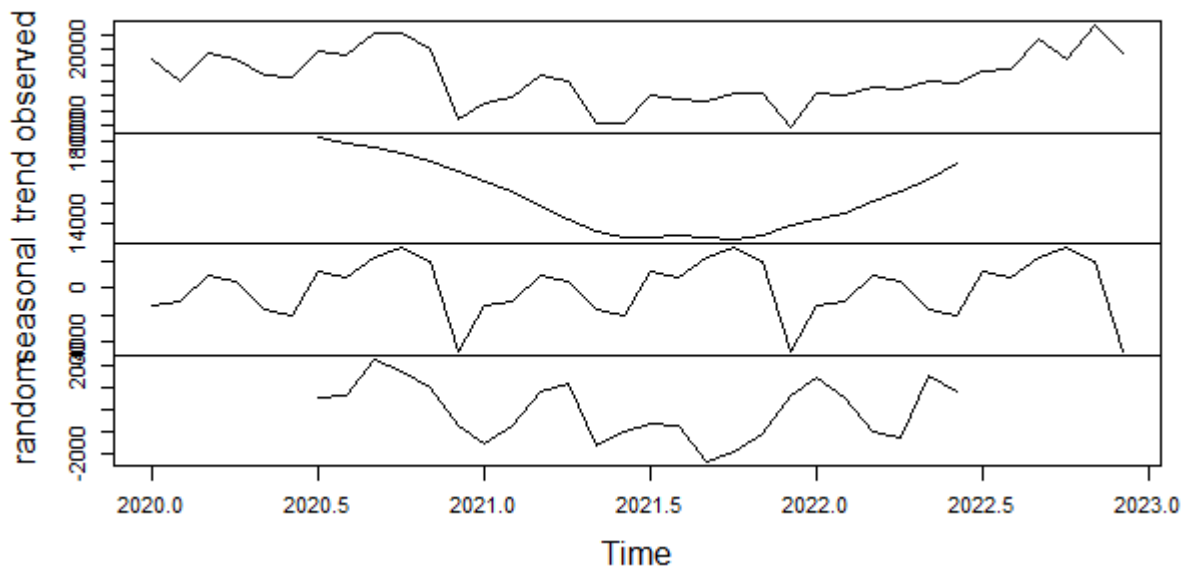


Forecasts from HoltWinters

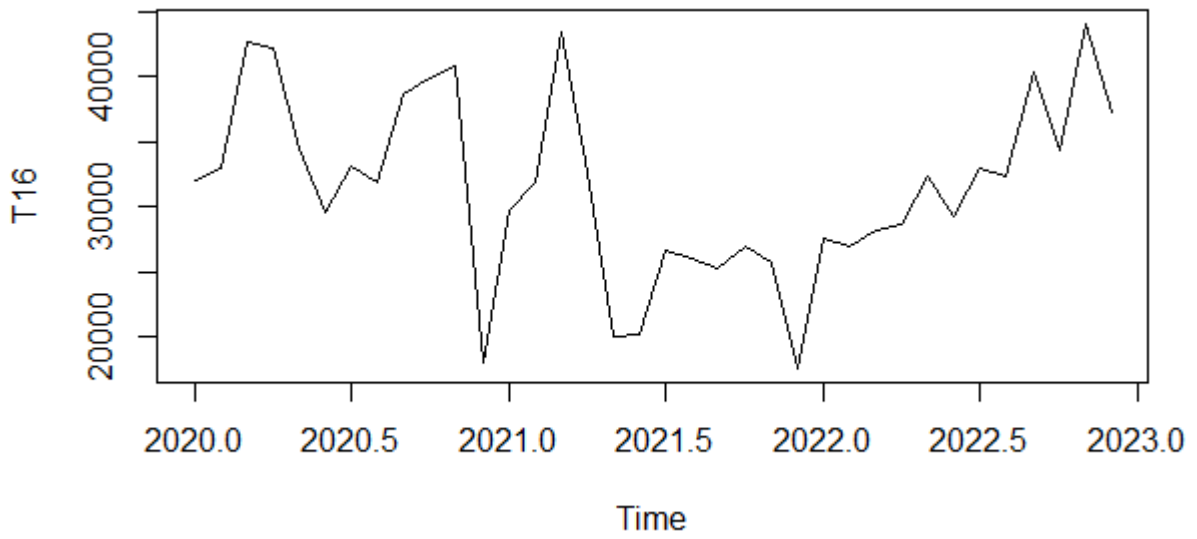
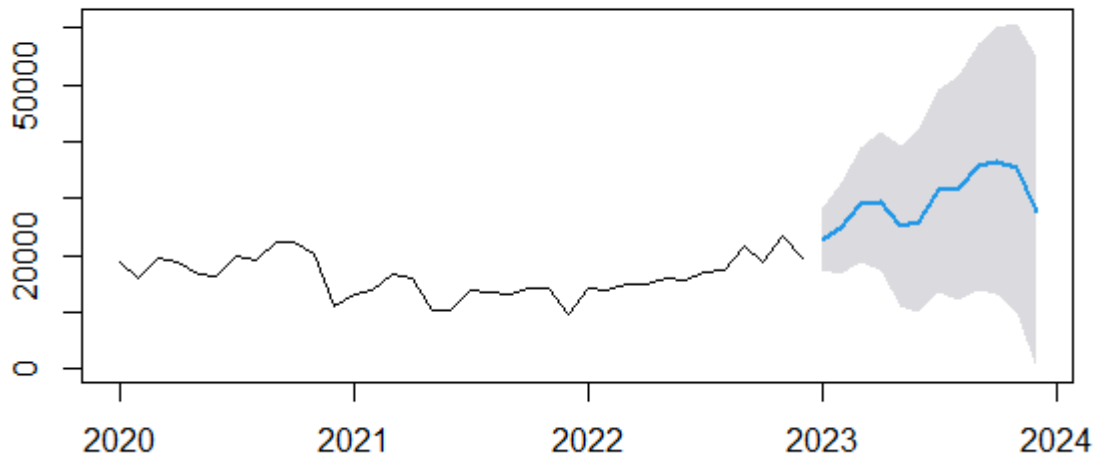




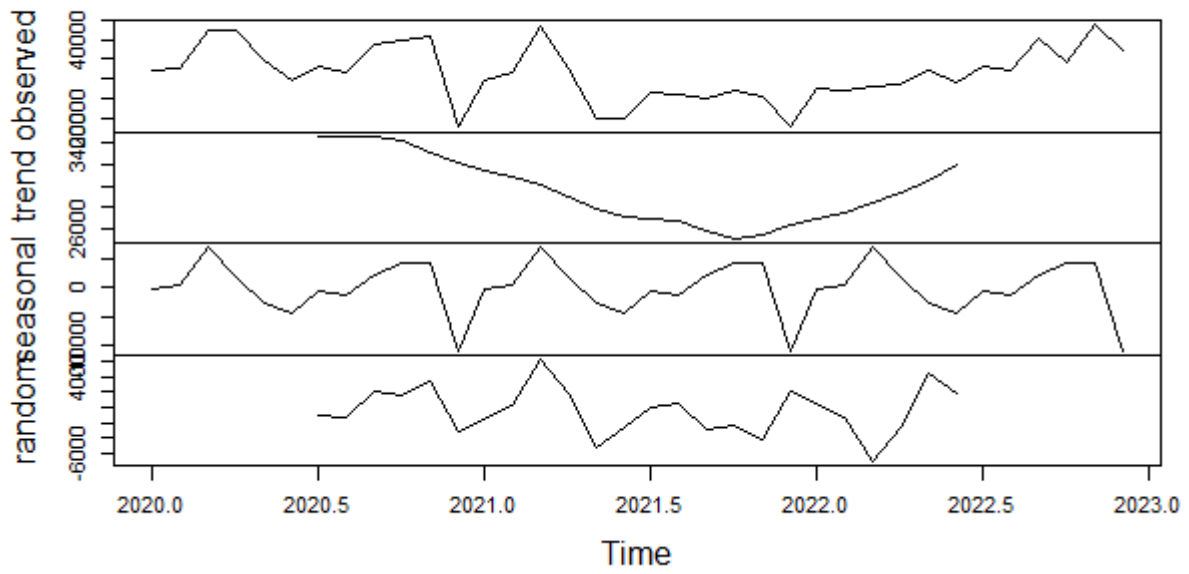
Decomposition of additive time series



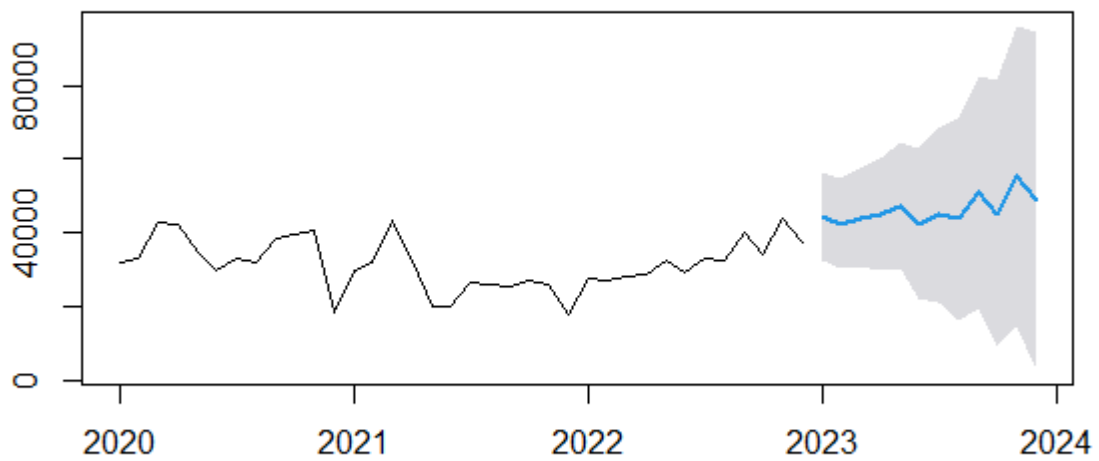
Forecasts from HoltWinters

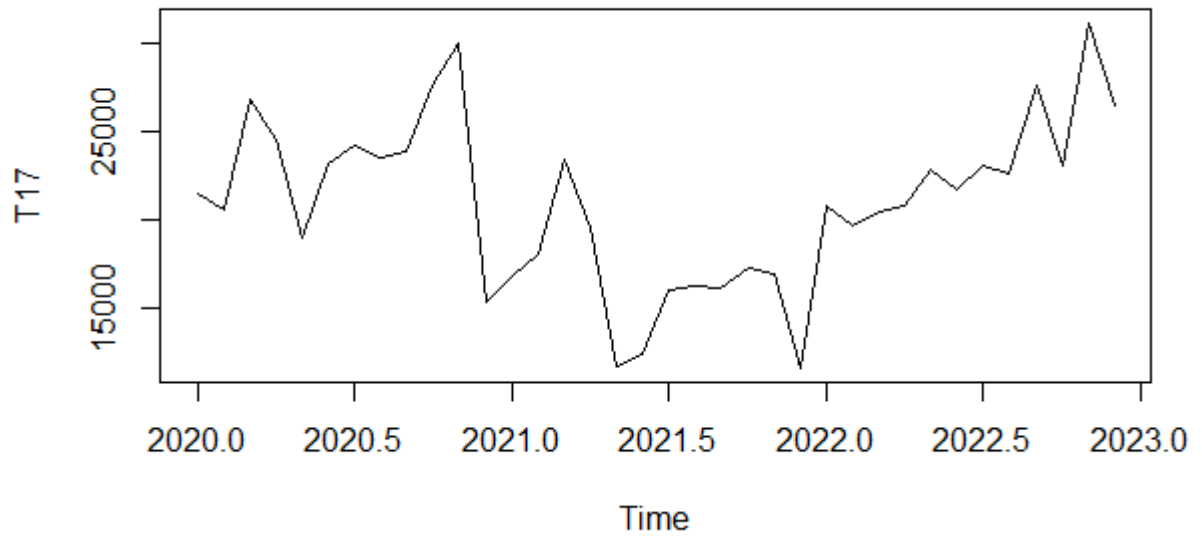


Decomposition of additive time series

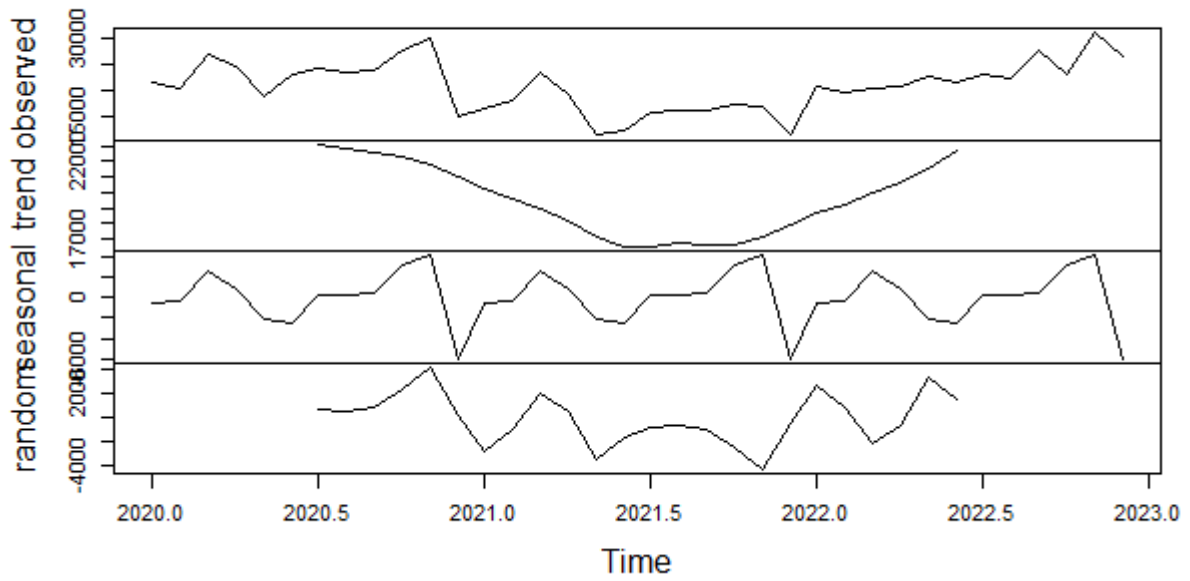


Forecasts from HoltWinters

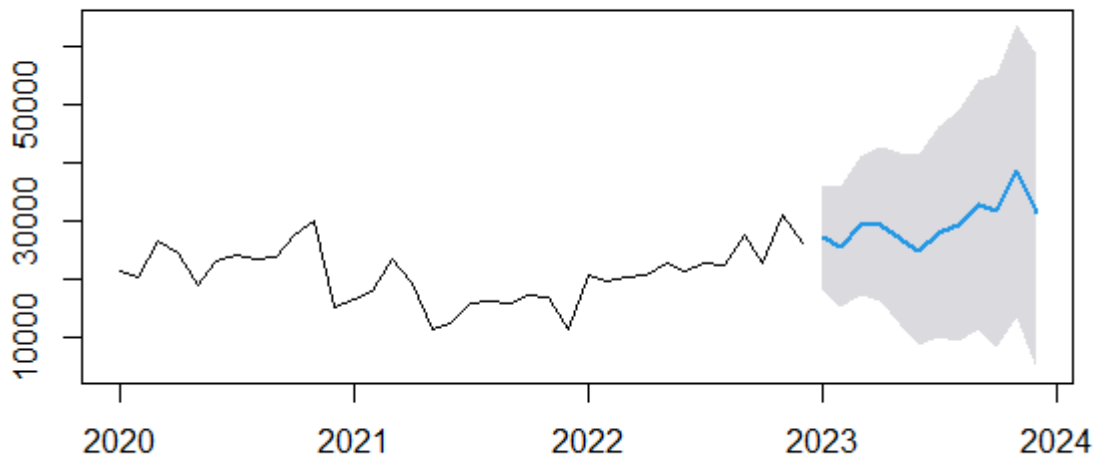


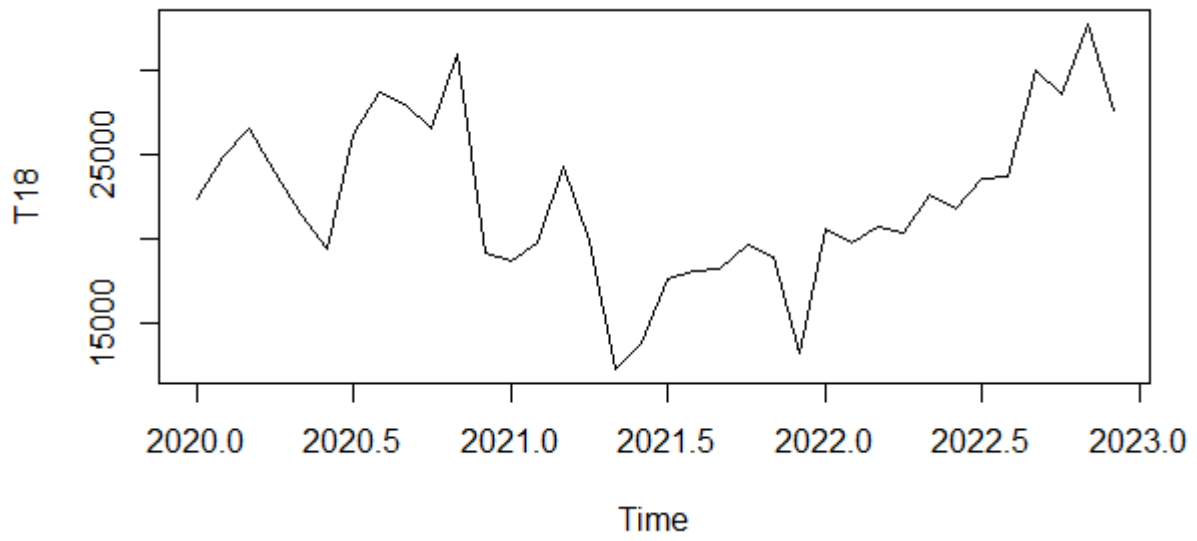


Decomposition of additive time series

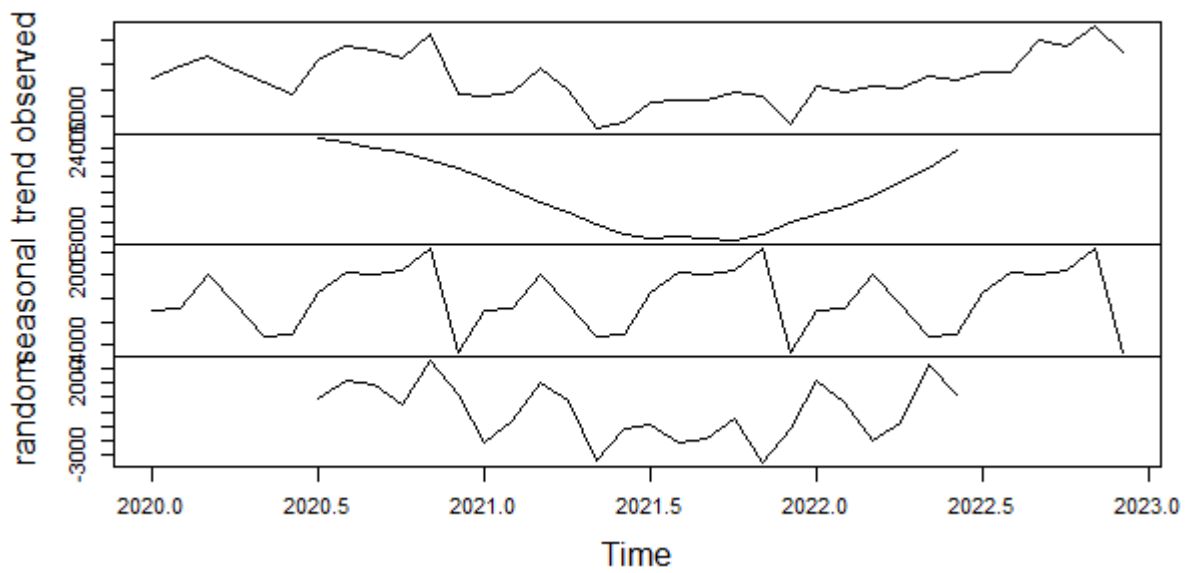


Forecasts from HoltWinters

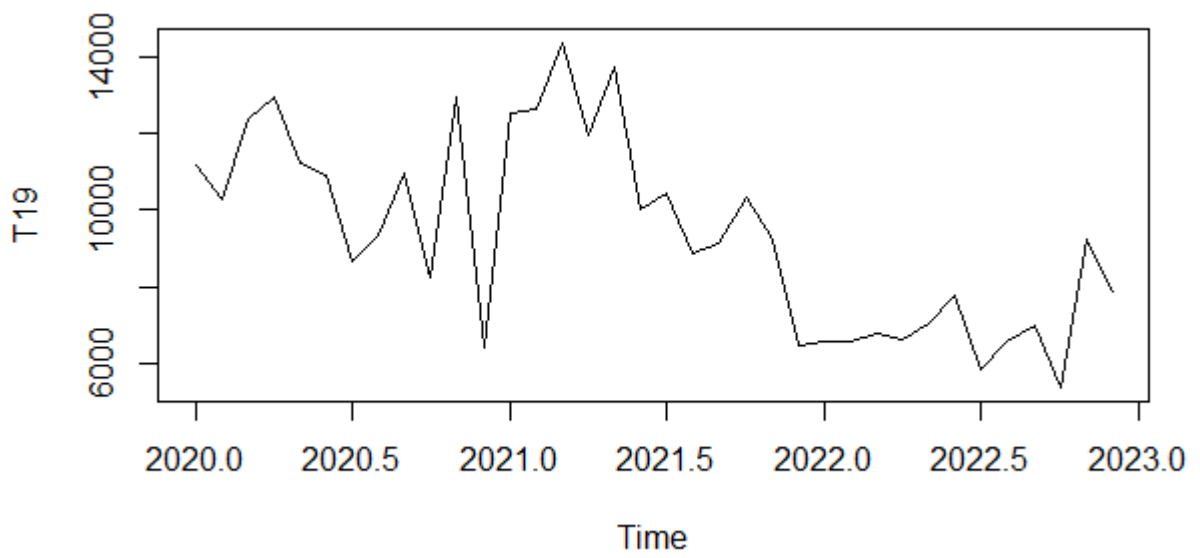
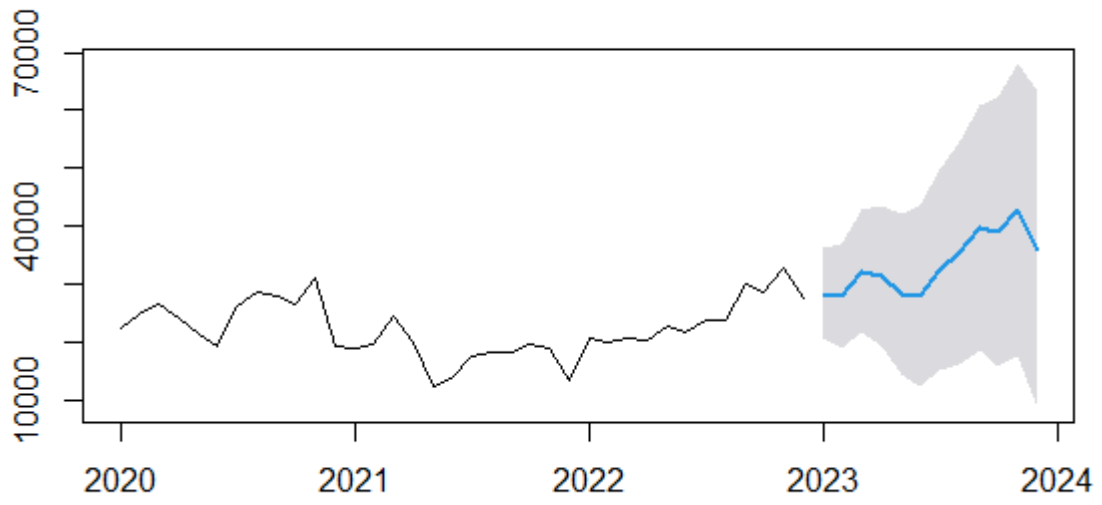




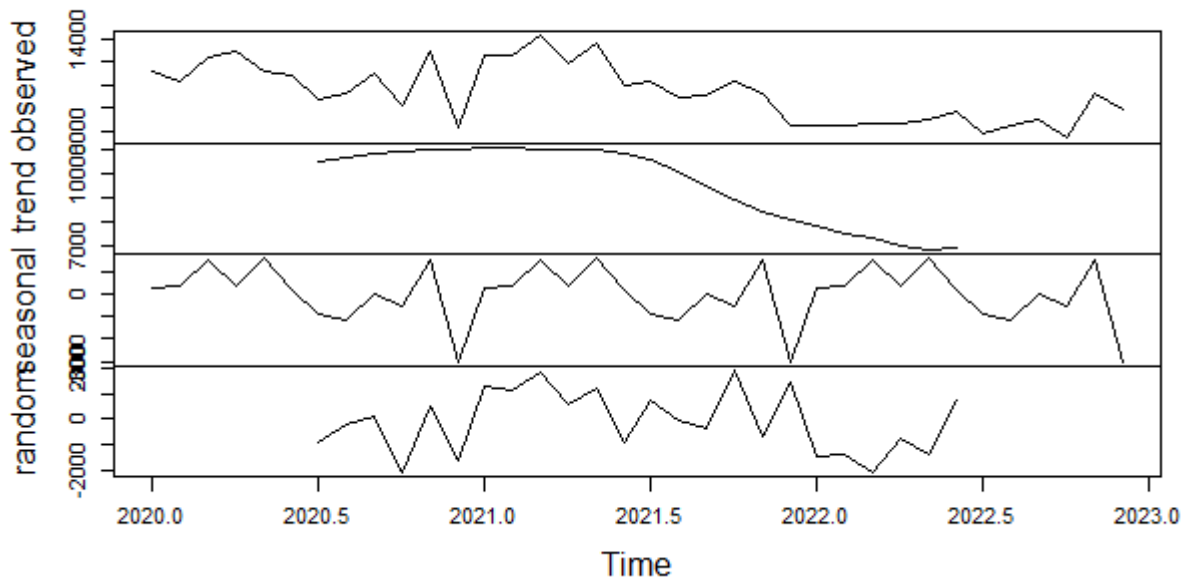
Decomposition of additive time series



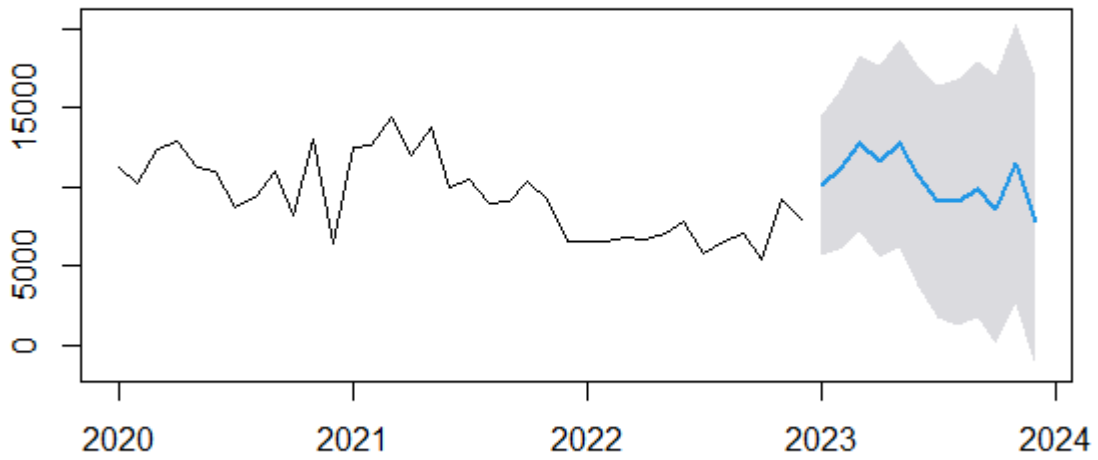
Forecasts from HoltWinters

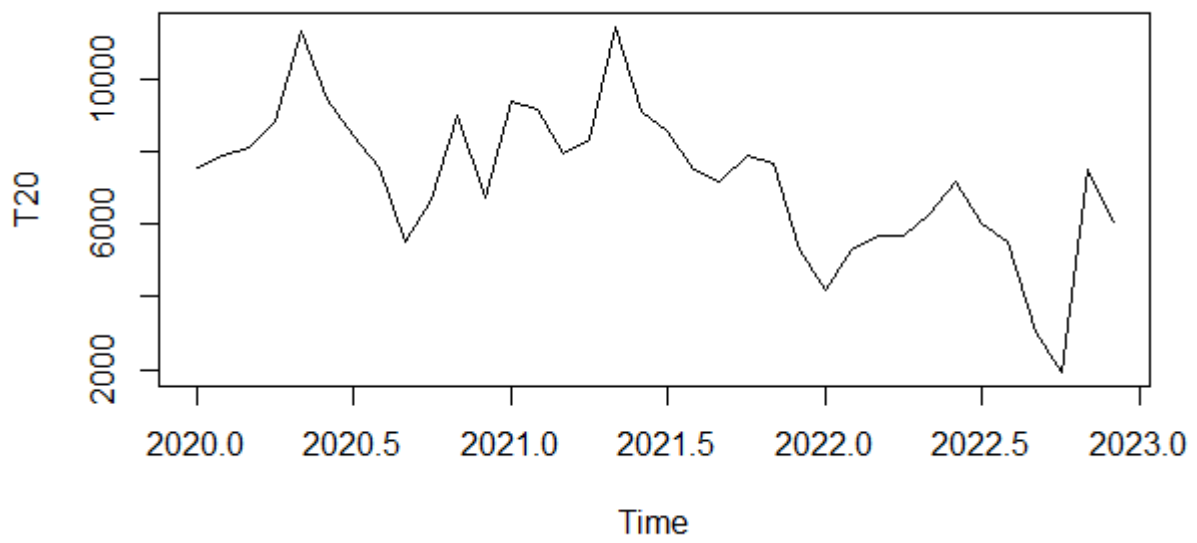


Decomposition of additive time series

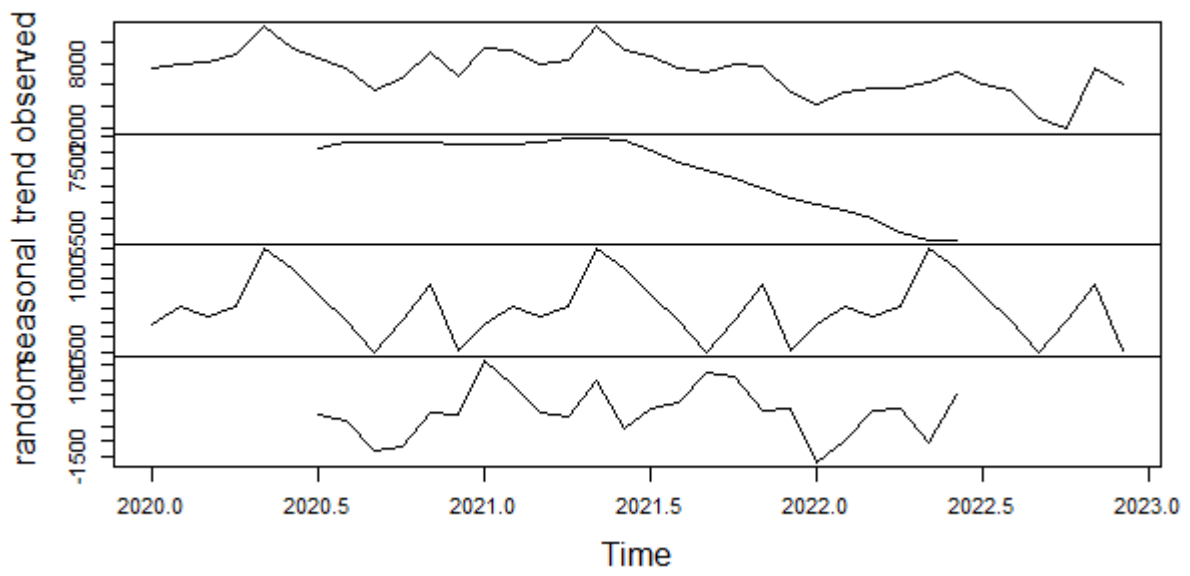


Forecasts from HoltWinters

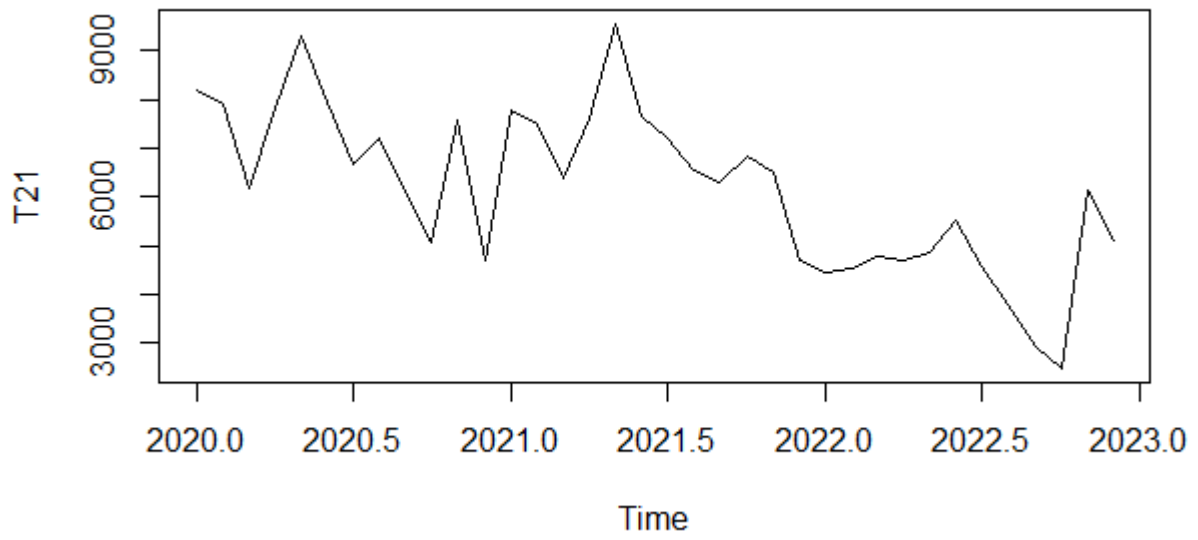




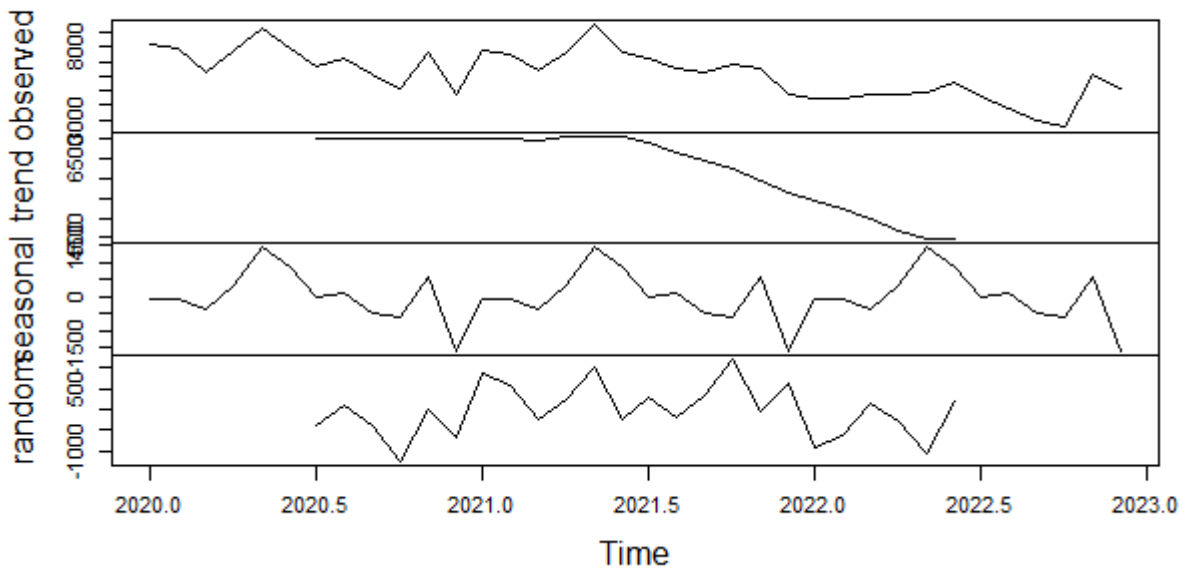
Decomposition of additive time series



Forecasts from HoltWinters



Decomposition of additive time series



Forecasts from HoltWinters

