



Escuela de Agronegocios

Proyecto final de Graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Agronegocios

**“Diseño de una herramienta para la administración del inventario de  
producto terminado en la empresa Alimentos Cool SA”**

Presentado por:

Jerica Aldana Valverde Mata

I Semestre, 2024

## **Hoja de Aprobación del Trabajo Final de Graduación**

“Diseño de una herramienta para la administración del inventario de producto terminado en la empresa Alimentos Cool SA.”

Proyecto Final de Graduación defendido públicamente por Jerica Aldana Valverde Mata ante el Tribunal Evaluador de la Escuela de Agronegocios del Tecnológico de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el título de Ingeniera en Agronegocios con el grado de Licenciatura.

---

Ing. María Fernanda Jiménez Morales MEng.

Profesora Asesora

---

Ing. Randall Chaves Abarca MedT.

Profesor Consultor

---

Ing. Rooel Campos Rodríguez PhD.

Profesor Lector

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado a mi hermana Valentina Valverde, ella ha sido mi motor durante mis años de estudio y, aunque es una niña, espero que cada vez que lea esta dedicatoria con los años sienta todo el amor que le tengo y lo orgullosa que estoy de ella.

Le dedico también, al acompañante de mis travesuras de la niñez, quien en su paso por mi vida siempre me ayudó e impulsó en la búsqueda del conocimiento siendo su sueño verme como una profesional y por supuesto me enseñó la apreciación de las pequeñas cosas de la vida, te llevaré siempre en mi corazón abuelito Romelio.

## **Agradecimientos**

Le quiero agradecer principalmente a mis papás Mónica Mata y Jerry Valverde. Madre tus palabras son y siempre serán un abrazo para mi alma, cuando afronto las piedras del camino. Padre has hecho un esfuerzo enorme para poder darme la mejor educación posible, trabajando a una distancia física de tu familia, pero no espiritual, papi todos los días te tengo presente en mi corazón. Gracias a ambos por secar mis lágrimas e impulsarme a ser mejor cada día, sepan que este logro es de los tres.

Le agradezco también a David Badilla, por su apoyo incondicional durante mi desarrollo profesional, has sido mi compañero de estudio, de desvelo y por supuesto mi compañero de vida. Todos estos años con amor y entendimiento, me impulsaste a creer en mí misma y formar parte esencial de lo que soy.

Agradezco a la empresa Alimentos Cool SA., a Susana, Efrén y Carlos, por mostrar desde un inicio su apoyo hacia mí en todo momento, espero que este trabajo pueda serles de gran utilidad. [OBJ]

## Resumen

Alimentos Cool SA., es una empresa familiar fundada en 2014 y desde ese momento ha buscado suplir la necesidad de productos libres de lácteos, libres de azúcar y elaborados a base de pulpa natural, buscando siempre la mayor calidad en sus materias primas y producto terminado. Al ser una PYME se enfrenta a grandes retos como apropiada administración de sus inventarios ante la disponibilidad reducida de recurso humano, económico y disponibilidad de tiempo.

Así, el objetivo de la investigación se basa en el diseño de una herramienta para administrar el producto terminado en el cuarto frío, adaptada según las necesidades de la empresa. Permitiendo la incorporación de metodologías para el manejo óptimo de inventarios de manera sencilla para el usuario y que logren mejorar la satisfacción del cliente.

El proceso para el cumplimiento de este objetivo inició con la generación de un diagnóstico de la empresa, lo cual permitió conocer sus procesos productivos y las principales oportunidades de mejora. Se identificó que la principal oportunidad de mejora de la empresa es conocer las unidades disponibles de inventario de producto terminado en el cuarto frío. Por otra parte, mediante la estimación del indicador “On time in full” (OTIF), se identificó que el nivel de cumplimiento de la empresa con sus clientes es del 79,73%, indicador que puede mejorar la gestión del inventario.

Mediante el empleo de la herramienta, la empresa puede conocer las unidades de producto terminado presentes en el cuarto frío y la trazabilidad de sus inventarios. También se elaboró una proyección de ventas con el lenguaje de programación Python evaluada mediante el indicador de error de porcentaje medio absoluto, MAPE por sus siglas en inglés con resultados de 17,33%, 16,05%, 11,20% y 22,15%, para las principales líneas de producto Frutas Mix SA, Frutas Mix, Pura Fresa y Mucho coco respectivamente.

Finalmente, se elaboró un Layout para el ordenamiento del producto terminado en el cuarto frío y una estimación de la capacidad de almacenamiento máxima de 23 040 a 42 000 unidades de producto terminado, según el tipo de embalaje que se utilice.

Palabras clave: administración de inventarios, trazabilidad, diseño de herramientas, proyección de ventas.

## Abstract

Alimentos Cool SA., is a family company founded in 2014 and since that time has sought to supply the need for to meet the need for dairy-free, sugar-free products, made from natural pulp, always made from natural pulp, always looking for the highest quality in their raw materials and finished product raw materials and finished product. As an SME it faces great challenges such as proper inventory management due to the reduced availability of human, economic and time resources human and economic resources and time availability.

With the main objective of this research is based on the design of a tool for the management of the finished the design of a tool for the management of the finished product in the cold room, adapted to the cold room, adapted according to the needs of the company. Allowing the incorporation of methodologies for the optimal management of inventories in a straightforward way for the user and user and to improve customer satisfaction.

The accomplish objective, began with the generation of a diagnosis of the company, which diagnosis of the company, which allowed to know its productive processes and the main opportunities for improvement the main opportunities for improvement. Using the Ishikawa and Pareto Diagrams, it was identified that the company's main opportunity for improvement is to know the vacant units of the company is to know the vacant units of finished product inventory in the cold room. On the other hand, by estimating the "On time in full" (OTIF) indicator, the company's level of compliance with its customers was identified as 79.73%, an indicator that is 79.73%, an indicator that could be improved the inventory management.

By using the tool, the company can know the units of finished product present in the cold room and the traceability of its inventories. A sales projection was also prepared using the Python programming language, evaluated using the "Mean absolute percentage error" (MAPE) error indicator, with results of 17.33%, 16.05%, 11.20% and 22.15% for the main product lines Frutas Mix SA, Frutas Mix, Pura Fresa and Mucho Coco, respectively.

Finally, a layout was prepared for the arrangement of the finished product in the cold room and an estimate of the maximum storage capacity of 23,040 to 42,000 units of finished product, depending on the type of packaging used.

Key words: inventory management, traceability, tool design, sales projection.

# Índice General

<b>Hoja de Aprobación del Trabajo Final de Graduación</b> .....	2
<b>Dedicatoria</b> .....	3
<b>Agradecimientos</b> .....	4
<b>Resumen</b> .....	5
<b>Abstract</b> .....	6
<b>Índice de Tablas</b> .....	10
<b>Índice de Figuras</b> .....	11
<b>Capítulo I. Introducción</b> .....	14
<b>1.1 Problema y su importancia</b> .....	15
<b>1.2 Antecedentes del problema</b> .....	16
<b>1.3. Objetivos</b> .....	17
1.3.1 Objetivo General.....	17
1.3.2 Objetivos específicos .....	17
<b>Capítulo II. Marco teórico</b> .....	18
<b>2.1 Mapeo</b> .....	18
2.1.1 Diagramas .....	18
2.1.2 Diagrama Ishikawa .....	19
2.1.3 Diagrama Pareto.....	21
<b>2.3 Pronósticos</b> .....	22
2.3.1 Modelo Holt-Winter.....	23
2.3.2 Indicadores de error .....	24
<b>2.4 Inventarios</b> .....	26
2.4.1. On Time-In Full .....	28
<b>2.5 Sistema de Gestión de Información</b> .....	28
2.5.1 Excel .....	29
2.5.2 Visual Basic.....	29
<b>2.6 Capacidad de almacenamiento</b> .....	31
<b>Capítulo III. Metodología</b> .....	34
<b>3.1 Enfoque de investigación</b> .....	34
<b>3.2 Tipo de investigación</b> .....	35
<b>3.3 Marco espacial y temporal</b> .....	36

<b>3.4</b>	<b>Sujetos de información</b>	37
<b>3.5</b>	<b>Fuentes de información</b>	37
<b>3.6</b>	<b>Variables o categorías de análisis</b>	38
<b>3.7</b>	<b>Herramientas</b>	40
<b>3.8</b>	<b>Sistematización de los objetivos</b>	41
<b>Capítulo IV. Resultados y Discusión de Resultados</b>		46
<b>4.1</b>	<b>Mapeo de los procesos de la empresa Alimentos Cool SA</b>	46
4.1.1	Organigrama	46
4.1.2	Diagrama de flujo	48
4.1.3	Diagrama Ishikawa	52
4.1.4	Diagrama Pareto	54
4.1.5	On Time in Full (OTIF)	57
<b>4.2</b>	<b>Integración de la herramienta</b>	58
4.2.1	Necesidades y requerimientos	59
4.2.2	Secciones de la herramienta	67
4.2.3	Pronóstico de ventas	92
4.2.4	Análisis MiniTap	95
<b>4.3</b>	<b>Layout</b>	99
4.3.1	Ordenamiento cuarto frío	99
4.3.2	Capacidad de almacenamiento	103
<b>Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones</b>		105
<b>5.1</b>	<b>Conclusiones</b>	105
<b>5.2</b>	<b>Recomendaciones</b>	107
<b>Capítulo VI. Bibliografía</b>		109
<b>6.1</b>	<b>Referencias bibliográficas</b>	109
<b>Capítulo VII. Apéndices y Anexos</b>		116
<b>Apéndices</b>		116
Apéndice 1		116
Apéndice 2		117
Apéndice 3		118
Apéndice 4		119
Apéndice 5		120
Apéndice 6		124
Apéndice 7		127

Apéndice 8 .....	138
Apéndice 9 .....	142
Apéndice 10 .....	144
Apéndice 11 .....	146
Apéndice 12 .....	147
Apéndice 13 .....	151
<b>Anexos</b> .....	<b>153</b>
Anexo 1 .....	153

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Requerimientos estructurales de un cuarto frío .....	32
<b>Tabla 2</b> Sujetos de información para el cumplimiento de los objetivos del trabajo de investigación en la empresa Alimentos Cool S.A. ....	37
<b>Tabla 3</b> Atributos o variables de la investigación correspondientes a cada uno de los objetivos.....	38
<b>Tabla 4</b> Resultados obtenidos en el cálculo del OTIF .....	57
<b>Tabla 5</b> Matriz de necesidades y requerimientos.....	59
<b>Tabla 6</b> Indicadores de error de la proyección de ventas por el método Holt-Winters mediante Python...	93
<b>Tabla 7</b> Requerimientos del cuarto frío para Alimentos Cool SA .....	102
<b>Tabla 8</b> Capacidad de almacenamiento al 100% y al 70% en el cuarto frío de Alimentos Cool SA .....	103
<b>Tabla 11</b> Cronograma de actividades para el año 2024 .....	116
<b>Tabla 12</b> Posibles limitaciones del proyecto y su respectiva mitigación.....	117
<b>Tabla 13</b> Gastos correspondientes para la elaboración del TFG .....	118
<b>Tabla 14</b> Toma de datos para la medición de la frecuencia de ocurrencia de los problemas en la empresa Alimentos Cool SA. ....	127
<b>Tabla 15</b> Procesamiento de datos para la medición de la frecuencia de ocurrencia de los problemas en la empresa Alimentos Cool SA. ....	138
<b>Tabla 16</b> Cálculos para la elaboración del Diagrama Pareto.....	142
<b>Tabla 17</b> Tiempos de entrega en la empresa Alimentos Cool S.A.....	144
<b>Tabla 18</b> Cálculos relacionados al Diagrama Pareto de líneas de producto en la empresa Alimentos Cool SA .....	146

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Indicaciones lineales de los contenidos de un Diagrama Ishikawa .....	20
<b>Figura 2</b> Diagrama de Pareto .....	21
<b>Figura 3</b> Diseño estructural de un cuarto frío .....	33
<b>Figura 4</b> Imagen satelital de la empresa Alimentos Cool SA. ....	36
<b>Figura 5</b> Organigrama Alimentos Cool S.A.....	46
<b>Figura 6</b> Diagrama de flujo a partir de la etapa de control de Solidificación de la cobertura en Alimentos Cool S.A.....	48
<b>Figura 7</b> Diagrama de flujo para el desarrollo del Trabajo Final de Graduación.....	50
<b>Figura 8</b> Diagrama Ishikawa elaborado para la empresa Alimentos Cool S.A.....	52
<b>Figura 9</b> Diagrama Pareto para la empresa Alimentos Cool S.A.....	55
<b>Figura 10</b> Estructura de la herramienta para la administración del inventario de producto terminado .....	65
<b>Figura 11</b> Menú de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A. ....	68
<b>Figura 12</b> Registro de ventas de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A.....	69
<b>Figura 13</b> Base de datos de ventas de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A.....	71
<b>Figura 14</b> Registro de producción de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A.....	72
<b>Figura 15</b> Base de datos de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A.....	74
<b>Figura 16</b> Registro de inventarios varios de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A.....	75
<b>Figura 17</b> Base de datos de inventarios varios de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A.....	77
<b>Figura 18</b> Unidades disponibles de producto terminado de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A.....	78
<b>Figura 19</b> Trazabilidad del inventario de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A.....	80
<b>Figura 20</b> Listado de clientes de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A.....	81

<b>Figura 21</b> Origen de datos de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A.....	82
<b>Figura 22</b> Registro OTIF de la herramienta para la administración de inventarios en la empresa Alimentos Cool SA.....	83
<b>Figura 23</b> Base de datos OTIF de la herramienta para la administración de inventarios en la empresa Alimentos Cool SA.....	84
<b>Figura 24</b> Cálculo OTIF de la herramienta para la administración de inventarios en la empresa Alimentos Cool SA.....	85
<b>Figura 25</b> Hoja proyección de ventas de la herramienta para la administración de inventarios en la empresa Alimentos Cool SA.....	86
<b>Figura 26</b> Proyección de ventas por medio del lenguaje de programación Python .....	87
<b>Figura 27</b> Lenguaje de programación Python para la proyección de ventas.....	88
<b>Figura 28</b> Gráfico de la proyección de ventas por medio de la aplicación Python .....	90
<b>Figura 29</b> Diagrama Pareto de las líneas de producto en la empresa Alimentos Cool SA.....	92
<b>Figura 30</b> Gráfica de probabilidad Frutas Mix SA, Alimentos Cool SA .....	95
<b>Figura 31</b> Gráfica de probabilidad Pura Fresa, Alimentos Cool SA.....	96
<b>Figura 32</b> Gráfica de probabilidad Mucho coco 6 pack, Alimentos Cool SA.....	97
<b>Figura 33</b> Gráfica de probabilidad Frutas Mix, Alimentos Cool SA .....	98
<b>Figura 34</b> Vista superior propuesta de ordenamiento del cuarto frío .....	99
<b>Figura 35</b> Vista lateral izquierda propuesta de ordenamiento del cuarto frío .....	100
<b>Figura 37</b> Diagrama de flujo descrito por el Colaborador 1 .....	120
<b>Figura 38</b> Diagrama de flujo descrito por el Colaborador 2 .....	121
<b>Figura 39</b> Diagrama de flujo descrito por el Colaborador 3.....	122
<b>Figura 40</b> Diagrama de flujo descrito por el Colaborador 4.....	123
<b>Figura 41</b> Formulario para la identificación de problemas en la empresa Alimentos Cool SA., parte 1... 124	124
<b>Figura 42</b> Formulario para la identificación de problemas en la empresa Alimentos Cool SA., parte 2... 124	124
<b>Figura 43</b> Formulario para la identificación de problemas en la empresa Alimentos Cool SA., parte 3... 125	125
<b>Figura 44</b> Formulario para la identificación de problemas en la empresa Alimentos Cool SA., parte 4... 126	126
<b>Figura 45</b> Proyección de ventas para la línea Frutas Mix SA 6 pack en la empresa Alimentos Cool SA 147	147
<b>Figura 46</b> Proyección de ventas para la línea Frutas Mix 6 pack en la empresa Alimentos Cool SA .....	148
<b>Figura 47</b> Proyección de ventas para la línea Mucho Coco 6 pack en la empresa Alimentos Cool SA ..	149
<b>Figura 48</b> Proyección de ventas para la línea Pura Fresa 6 pack en la empresa Alimentos Cool SA.....	150
<b>Figura 49</b> Embalaje terciario "Caja blanca general" .....	151

<b>Figura 50</b> Embalaje terciario "Caja café" .....	152
Figura 51 Código para modelo Holt-Winters por medio del lenguaje de programación Python.....	153
<b>Figura 52</b> Código para el manejo de series de datos numéricos por medio del lenguaje de programación Python .....	154
<b>Figura 53</b> Código para la Transformada de Fourier por medio del lenguaje de programación Python ...	155
<b>Figura 54</b> Código para el cálculo de los indicadores de error MAPE, MAE Y MSE por medio del lenguaje de programación Python .....	156
<b>Figura 55</b> Código para la generación de gráficas por medio del lenguaje de programación Python.....	157

## Capítulo I. Introducción

La empresa Alimentos Cool S.A, bajo el nombre comercial de Alimentos Cool SA. es una PYME ubicada en Santo Domingo de Heredia, fue fundada en el año 2014 y entre el 2016 y 2017 ingresaron a los supermercados de Costa Rica. La empresa nace debido a la necesidad de helados frutales artesanales en el país. Por otra parte, fue importante crear un producto libre de lácteos, seleccionando el extracto de coco sustituto. Actualmente, cuentan con diferentes líneas de producto tales como, helados a base de leche de coco, frutales, con cobertura de chocolate, libres de azúcar y Keto (Cordero, 2021).

La Cámara de Comercio de Costa Rica (2022), indica que la presencia de pequeñas y medianas empresas (pymes) ha incrementado en el país el 75% de los asociados, lo que ha provocado que el consumidor y las cadenas de estas empresas incrementen el nivel de exigencia en calidad, abastecimiento y servicio al cliente. Además, Carreño et al. (2019) menciona que, para cumplir con la demanda, muchas empresas no cuentan con los recursos para pronosticar estos requerimientos del mercado, complicando la toma de decisiones operativas como, programación de la producción y administración de inventarios, lo cual dificulta su crecimiento.

La gestión de inventarios es una herramienta vital para el funcionamiento de una empresa, esto debido a que es gracias a los inventarios que la empresa permite realizar sus funciones diarias, dentro de la cuales se encuentra el cumplimiento de las necesidades del cliente Salas-Navarro (2017). Si la empresa presenta un faltante en el control de sus inventarios, se pueden presentar problemas escasez o exceso de inventario, pérdidas por mal almacenamiento, ausencia de una planificación de la producción, incumplimiento a clientes, deficiencia en los controles de calidad, entre otros como fluctuaciones en los costos (Salas-Navarro, Maiguel-Mejía, & Acevedo-Chedid, 2017).

A partir de lo anterior, se considera que la empresa Alimentos Cool SA. no está exenta en los riesgos que implica el manejo apropiado de los inventarios y su control, con el fin de cumplir con sus clientes de manera eficiente y eficaz, viéndose reflejado en el aumento de utilidades de la compañía.

## **1.1 Problema y su importancia**

En las pequeñas y medianas empresas se considera como uno de los principales problemas lidiar con el ordenamiento de inventarios, como las materias primas, producto en proceso, producto terminado, entre otros que conforman las bodegas y áreas de almacenamiento, lo cual puede provocar una pérdida de recursos varios por la carencia de un control sistematizado de estos inventarios (Navarrete, 2019).

Se considera que la empresa Alimentos Cool SA. no es la excepción frente a este reto, dado que sólo cuentan con un espacio de almacenamiento de sus inventarios de materias primas y producto terminado, además, de otros tipos de inventarios que requieren de refrigeración como las devoluciones o producto no conforme.

Lo anteriormente mencionado, genera una situación en la que la empresa no cuenta con el suficiente espacio de almacenamiento, a parte, de identificarse una falta de control de sus inventarios. Se identifica una carencia en la metodología de rotación de lotes, siendo la principal causa de que la empresa no tenga un ordenamiento específico, con lo que se presentan situaciones como los distintos códigos de referencia (SKU por sus siglas en inglés) distribuidos alrededor del cuarto frío aleatoriamente, según los coloquen sus operarios.

La falta de un ordenamiento apropiado en el cuarto frío provoca un desplazamiento y movimientos adicionales en la operación, además, se presenta una ruptura de lotes por un acomodo inadecuado, con lo cual, están predispuestos a situaciones como el desabastecimiento de inventarios, o bien, a una sobreproducción, que representan pérdidas de recursos en la empresa.

La elaboración de una herramienta para apoyar en la mejora del manejo de inventarios es crucial para la empresa Alimentos Cool SA. Mediante un análisis exhaustivo de la situación actual de la empresa, el diseño de esta herramienta se enfocará en ajustarse al recurso humano y la disponibilidad de tiempo, priorizando su fácil implementación y uso. Esta herramienta no solo abordará las principales problemáticas de gestión de inventarios, sino que también asegurará que sea práctica y accesible para todos los usuarios, facilitando así una adopción rápida y efectiva.

## 1.2 Antecedentes del problema

En 2016 la empresa Alimentos Cool SA ingresa a los supermercados con lo cual se incrementó la producción, habilitando áreas como control de calidad y producción, con un total de 10 empleados. En 2020 hubo que trasladar sus operaciones a una nueva planta de producción de mayor amplitud, junto con la solicitud de la certificación FSSC 22000, que consiste en elaborar sistemas de seguridad alimentaria lo que incluye utilizar herramientas de recolección de información, documentando todos los procesos de producción de los alimentos en la empresa.

La empresa obtuvo la certificación FSSC 22000 y, gracias a la adecuada distribución de empleados en las distintas áreas, el cumplimiento de la documentación y el registro de datos no representaron una complicación. Sin embargo, en 2020, las empresas agroindustriales fueron gravemente afectadas por la pandemia de COVID-19, enfrentando problemas como el aforo limitado y las restricciones de tránsito, lo que obligó a la empresa a realizar despidos.

Como se mencionó anteriormente el 2020 fue un año afectado por la pandemia, situación que generó que la empresa despidiera a más del 50% de sus colaboradores, manteniendo únicamente el área productiva y administrativa con 4 personas. Esto generó que los empleados que permanecieron se hicieran cargo de la documentación de la certificación, situación que no se vió interrumpida por la falta de recurso humano y disponibilidad de tiempo, con lo que muchos registros en los que se encontraban los manejos de inventarios ya no se usan en la empresa, sumado a que en 2021 la empresa decidió no continuar con la certificación FSSC 22000.

La gestión de los inventarios es una de las tareas más complejas dentro de una empresa, ya que consiste en mantener un stock que permita la obtención de beneficios económicos. Según indica Rodríguez et al. (2022), el planeamiento de los inventarios puede complicarse en las pequeñas y medianas empresas por falta de recursos como mano de obra calificada o tiempo. La gestión de inventarios en la empresa Alimentos Cool SA., se ha complicado, sus herramientas de recolección de información no se acoplan a la facilidad de uso y no se integraron a los sistemas de la empresa. Por lo tanto, la empresa no cuenta con una metodología del manejo de sus inventarios y carecen herramientas que les permitan conocer la influencia de temporadas altas y bajas, sobre sus procesos, lo cual puede provocar desabastecimiento en bodega e incertidumbre del volumen producción ideal.

## **1.3. Objetivos**

### 1.3.1 Objetivo General

Diseñar una herramienta para la gestión del inventario en la empresa Alimentos Cool SA., mediante metodologías de manejo óptimo de inventarios, logrando la satisfacción del cliente.

### 1.3.2 Objetivos específicos

1. Generar un diagnóstico de la empresa Alimentos Cool SA. de la línea de alta rotación, mediante un mapeo de procesos para la identificación de puntos de mejora del manejo de los inventarios de producto terminado en la bodega.
2. Integrar las necesidades y requerimientos específicos para el diseño de la herramienta de gestión de inventarios, con base en las limitaciones y desafíos encontrados en el diagnóstico inicial.

## Capítulo II. Marco teórico

### 2.1 Mapeo

El mapeo consiste en un análisis para conocer procesos realizados en cierto momento, dentro del enfoque de investigación cualitativo, es funcional el desarrollo de esta herramienta para abrir paso a una dinámica de socialización, mediante la observación y aplicación pasiva de técnicas para recoger la información. En este caso se pretende realizar un mapeo de la empresa Alimentos Cool SA., buscando obtener datos relacionados al control de sus inventarios (Ramírez-Montoya & Múzquiz-Flores, 2021).

Describe VIDA (2021), en la que se pueden observar variables como cantidades, tiempos, distancias, recorridos, espacios y demás. Por lo que se pretende recolectar la información visitando a la empresa, ya sea con datos con los que cuenten como el diagrama de flujo de proceso, o mediante la aplicación, es decir, hacer una toma de datos y formular herramientas de datos que permitan sintetizar la información para una mejor comprensión.

#### 2.1.1 Diagramas

Dentro de las herramientas que se consideran funcionales para el tema de los inventarios, se encuentra un organigrama este es una representación de cómo se estructura la organización de una empresa. En un diagrama gráfico se describen las relaciones entre funciones, departamentos y trabajadores de la empresa. Los organigramas se centran en cuatro importantes elementos: las tareas, las subdivisiones, los niveles administrativos y las líneas de autoridad según Instituto Guatemalteco de Educación Radiofónica (2017). Su elaboración va a permitir conocer las tareas que realizan las personas que trabajan en la empresa Alimentos Cool SA.

Al momento de conocer la jerarquía de la empresa, se puede profundizar en sus procesos, esto con el apoyo de un diagrama de flujo se define como unas representaciones gráficas de flujos o procesos. Indica Miranda, et al. (2007) que se permiten representar procesos mediante una secuencia de pasos, que tienen como objetivo producir un resultado determinado y describir la relaciones entre las diferentes actividades del proceso. Uno de los objetivos de los diagramas de flujo es ordenar los procesos, permitiendo entender de manera eficaz cuáles son sus problemas, lo cual será conveniente para la elaboración del mapeo de la empresa Alimentos Cool SA.

### 2.1.2 Diagrama Ishikawa

Los diagramas de procesos dentro de una empresa son funcionales en el tiempo, en cuanto cumplan con su función. El Diagrama Ishikawa, funciona como una herramienta de carácter temporal, la cual se utiliza para conocer aspectos varios dentro de las operaciones diarias en una empresa, desde la perspectiva de distintos colaboradores, con el propósito de encontrar la causa raíz de un supuesto problema (PACANA, 2020).

Una de las maneras de alimentar esta herramienta, consiste en realizar una sesión de lluvia de ideas identificando posibles causas y efectos, identificando las causas principales de un problema. Se considera funcional ya que, en este caso al ser sólo 4 colaboradores, realizar esta lluvia de ideas con cada uno, puede aportar un gran valor a la investigación cualitativa indica la Sociedad Latinoamericana para la Calidad (2000). Cada una de las posibles causas encontradas en la lluvia de ideas se incorporarán en las siguientes categorías:

**Mano de obra:** Considera los aspectos relacionados al personal que trabaja en las distintas áreas de la empresa relacionadas con el posible problema. Se puede considerar el nivel de presencia de capacitaciones, experiencia, entre otros.

**Máquina:** Las condiciones de las maquinarias, equipos, entre otros implementos con los que se deben realizar las operaciones diarias. Se pueden identificar aspectos de deterioro, rapidez y volúmenes de producción.

**Entorno:** Se refiere a las condiciones bajo las cuales se deben realizar las operaciones diarias, como la temperatura, humedad, higiene, entre otros.

**Material:** Distintas herramientas con las que puede contar el colaborador para realizar sus funciones, se pueden considerar los software y apoyos tecnológicos dentro de dichos materiales.

**Método:** Los pasos a seguir para la realización de las operaciones. Se pueden identificar problemas como desconocimiento de los procesos, cuellos de botella y demás.

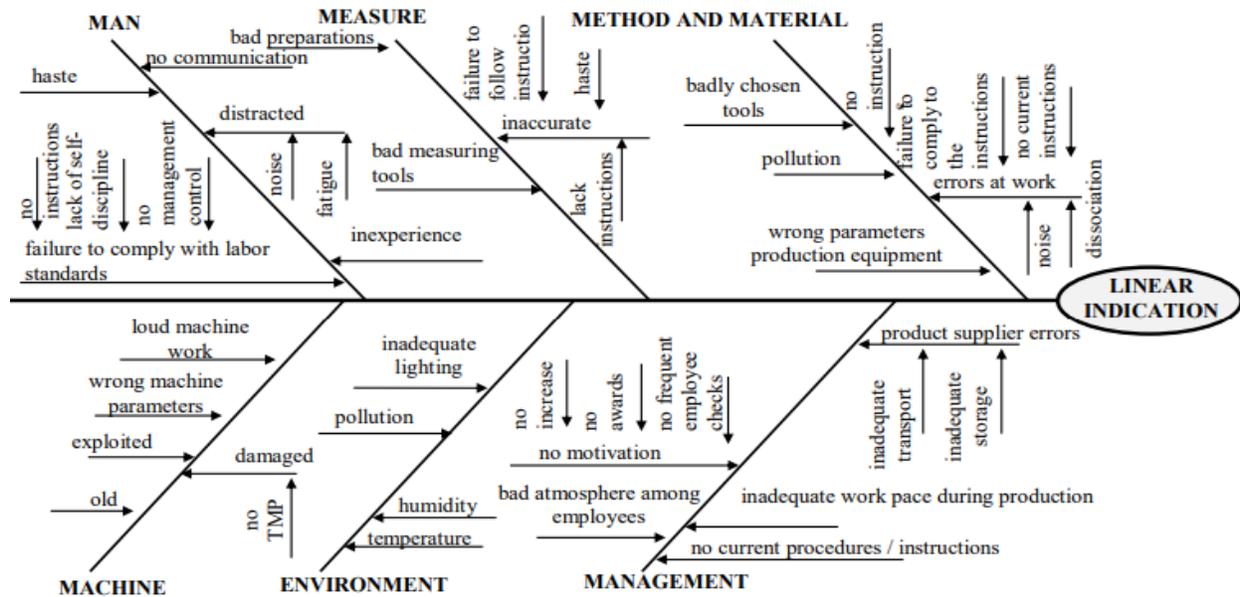
**Medida:** Funciona como una medición del rendimiento de ciertas operaciones, en término de tiempo, dinero, unidades y demás unidades de medición que se consideren necesarias.

Como se observa en la Figura 1 con la lluvia de ideas, es posible centralizar los datos en las seis secciones del diagrama Ishikawa, con lo que el análisis de la información se facilita y permite un

mayor entendimiento. Así, se puede comparar lo establecido en un diagrama de flujo y las acciones que realizan los colaboradores en las etapas del proceso.

**Figura 1**

*Indicaciones lineales de los contenidos de un Diagrama Ishikawa*



*Nota.* Adaptado de *Improving the process of analyzing the causes of problem by integrating the Ishikawa Diagram and fahp method*, [Imagen], por PACANA, 2020, (<https://web-s-ebsohost-com.ezproxy.itcr.ac.cr/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=af77f678-c9ff-404f-a8a1-4c725a608a91%40redis>)

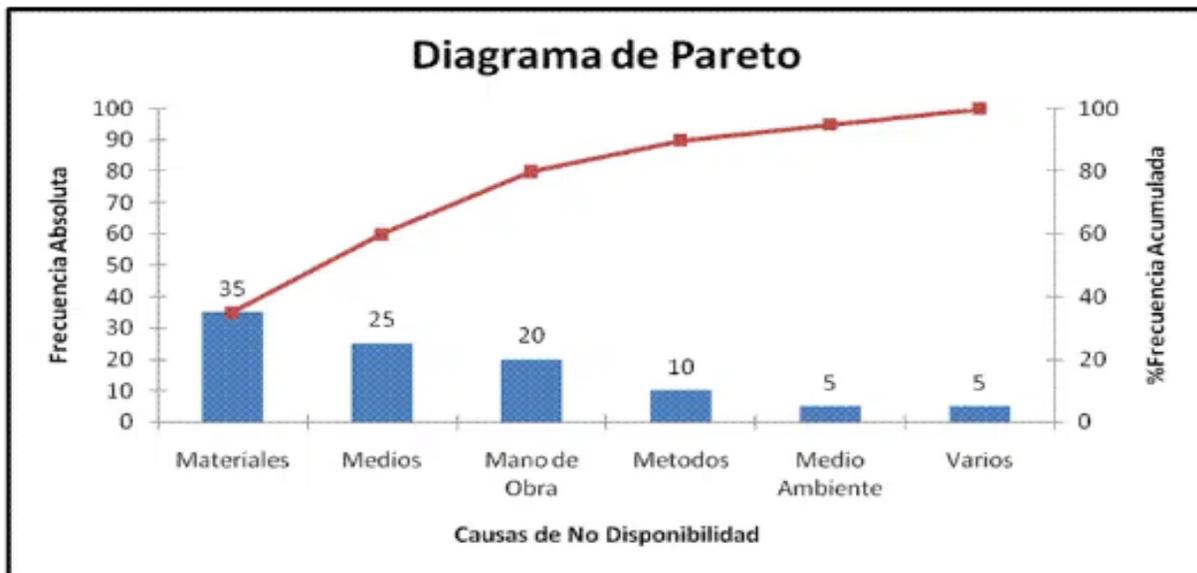
### 2.1.3 Diagrama Pareto

El principio de Pareto consiste en que cuando se presenta alguna problemática o una opción de mejora dentro de una empresa, es beneficioso que se traten primeramente las principales causas del problema. La determinación del nivel de relevancia de las causas se puede aplicar la “Ley 80/20”, en la cual se define que el 80% de las consecuencias, son provocadas por el 20% de las causas (Escamilla-López, y otros, 2023)

Para realizar un Diagrama Pareto es necesario un análisis profundo de las causas, ya que la omisión de este paso provoca en muchas ocasiones errores en la toma de datos cuantitativos. Con lo cual, al realizar un apropiado análisis cualitativo de las causas, se podrá obtener una mayor precisión en la elaboración del diagrama y la determinación de la causa raíz de un problema (Escamilla-López, y otros, 2023).

**Figura 2**

*Diagrama de Pareto*



*Nota.* Adaptado de *Gráfica de Pareto mostrando la distribución de errores en el proceso de producción*, [Imagen], por SPC, 2015, (<https://web-s-ebsohost-com.ezproxy.itcr.ac.cr/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=af77f678-c9ff-404f-a8a1-4c725a608a91%40redis>)

## 2.3 Pronósticos

Define Sabando y Ugando (2020), que las empresas se enfocan a la optimización de recursos minimizando costos en los procesos mediante pronósticos acertados en sus diferentes áreas. En la administración de la producción, una de las herramientas esenciales para el funcionamiento de una empresa, son los pronósticos necesarios para obtener los insumos requeridos para optimizar procesos y que la empresa subsista en el tiempo. Este proceso se logra mediante la complementación del análisis de pronósticos de ventas y el empleo de herramientas de control de inventarios, debido a que orienta a las empresas a afrontar la demanda para satisfacer las necesidades del cliente.

A nivel mundial luego de una pandemia los niveles de incertidumbres en el manejo de materiales y producto terminado se disparó debido a cambios de tendencias que se presentan en las operaciones así lo describe Pérez (2019). El pronóstico se considera un arte y se apoya principalmente de datos históricos obtenidos sobre las operaciones de una empresa para fijar tendencias, ya que sobre los pronósticos pesan variables como la estacionalidad, que puede cambiar según la época del año, días festivos, clima y factores externos que generan incertidumbre. Debido a esta incertidumbre los pronósticos a corto plazo serán más precisos que los pronósticos a largo plazo, ya que, algebraicamente se puede identificar una menor desviación estándar del error calculado, en pronósticos a corto plazo. En el caso de la empresa en estudio, la carencia de un sistema de pronóstico genera un riesgo para el cumplimiento de entrega a los clientes, lo que genera la necesidad de contar con un método que determine las necesidades en la cadena.

En las empresas existentes diferentes formas de realizar un pronóstico de ventas, en las que son aceptables, el juicio del gerente, encuestas, análisis de series de tiempo, análisis de regresión y pruebas de mercado cualitativamente, pero existen herramientas matemáticas altamente funcionales para trabajar con pronósticos, que se basan en datos históricos de la empresa y conocer el porcentaje de error, identificar estacionalidad, líneas de tendencia y datos cuantitativos importantes, según lo indica Moreno (2019). La selección del método adecuado de pronóstico va a depender de distintos factores, en el caso de la empresa Alimentos Cool SA., comercializan un producto que no corresponde a la canasta básica, dentro de sus materias primas se encuentran frutas estacionales, así que, está fuertemente relacionado a la estacionalidad volviéndose esencial que el modelo seleccionado tome en consideración esta variable.

### 2.3.1 Modelo Holt-Winter

Uno de los métodos que permite realizar los pronósticos relacionados con la estacionalidad de los productos, en este caso helados en paleta es el modelo de suavización multiplicativa de Winters, debido a que consiste en el cálculo de los valores suavizados de manera exponencial, considerando tendencias y los ajustes correspondientes de la estacionalidad Mira (2018). Se considera uno de los modelos más precisos para la elaboración de pronósticos de productos como los helados, mismos que están sujetos a la estacionalidad, ya sea por la época del año en la que se encuentre el país en donde se comercializa, vacaciones, días festivos de demás variables.

Del mismo modo Vázquez (2020), menciona el modelo de suavización multiplicativa de Winters, el cual consiste en 4 fórmulas, el nivel actual estimado, la estimación de la tendencia, la estimación de estacionalidad y los pronósticos futuros.

Cálculo del nivel estimado actual:

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha) (L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (1)$$

Cálculo para la estimación de la tendencia:

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \quad (2)$$

Cálculo del estimado de estacionalidad:

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma) S_{t-s} \quad (3)$$

Cálculo para los pronósticos de periodos futuros:

$$\hat{Y}_{t+p} = (L_t + p T_t) S_{t-s+p} \quad (4)$$

Las variables corresponden a las siguientes definiciones:

$L_t$  = nuevo valor suavizado (estimado de nivel actual)

$\alpha$  = constante de suavización del nivel

$Y_t$  = nueva observación o valor real en el periodo t

$\beta$  = constante de suavización para el estimado de tendencia

$T_t$  = estimado de tendencia

$\gamma$  = constante de suavización para el estimado de estacionalidad

$S_t$  = estimado de estacionalidad

p = periodos futuros a pronosticarse

s = longitud de la estacionalidad

$\hat{Y}_{t+p}$  = pronóstico para el periodo p en el futuro

### 2.3.2 Indicadores de error

Una vez aplicados los modelos de suavización exponencial, hay que verificar con la medición del error, por lo que se puede aplicar el error de porcentaje absoluto medio (MAPE), el error absoluto medio (MAE) y el error cuadrático medio (MSE). Estas operaciones permiten determinar el nivel de confiabilidad que se le puede otorgar a los resultados obtenidos a raíz de los pronósticos Mejía (2019).

La empresa Alimentos Cool SA. al ser una PYME se permite varias sus productos con regularidad, tanto en sabores como en presentación, esto genera que en ocasiones no se cuenten con los datos suficientes para tener un buen margen de asertividad con cualquier modelo de pronósticos, mediante la aplicación de los indicadores de error se identifica el margen de error del pronóstico, permitiendo ser más precisos en el análisis de datos y facilite la toma de decisiones.

A continuación, se presentan las ecuaciones para el cálculo de estos errores.

1. El error porcentual absoluto medio:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - \hat{X}_t}{X_t} \right|}{n} \times 100 \quad (5)$$

2. El error absoluto medio:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |X_t - \hat{X}_t|}{n} \quad (6)$$

3. El error cuadrático medio:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (X_t - \hat{X}_t)^2}{n} \quad (7)$$

$X_t$  = Valor actual del pronóstico

$\hat{X}_t$  = Nuevo valor del pronóstico

$n$  = Número de observaciones

Cada uno de los resultados producto del cálculo de los indicadores de error, se deben analizar de una manera distinta. En cuanto al MAPE el resultado ideal es del 0%, pero es un valor utópico por el comportamiento de los productos en el mercado, ya que el mercadeo de estos está ajustado a variables de hábitos de consumo, la economía actual y demás. Con lo cual, de 10% a 20% se considera un buen valor, de 20% a 50% aún puede ser aceptable, no obstante, si es superior al 50%, se considera un valor muy poco aceptable (Raja et al., 2019).

El MAE (Mean Absolute Error) mide el promedio de los valores absolutos manteniendo las unidades de los valores originales, proporcionando así una medida de incertidumbre. Esto permite a la empresa tomar decisiones más adecuadas, ya sea en términos de sobreestimar o subestimar la proyección. Este indicador será más confiable cuanto más se aproxime a 0; sin embargo, su desviación de 0 puede depender de diversos factores relacionados con el funcionamiento de la empresa, como las campañas de mercadeo (Hyndman & Athanasopoulos, 2018).

El indicador MSE tiende a castigar severamente los errores del modelo, por lo que tiene ventajas en cuanto a la consideración de la precisión del modelo y desventajas respecto a que puede maximizar las consecuencias de un valor atípico. Para este indicador igualmente se menciona que lo ideal es buscar valores pequeños, no obstante, va a variar dependiendo del volumen de los datos y la presencia de valores atípicos encontrados dentro del desarrollo del pronóstico (Hyndman & Athanasopoulos, 2018).

## **2.4 Inventarios**

Los inventarios en una empresa son sus bienes tangibles, los cuales al ser consumidos producen bienes o servicios. Dentro de la contabilidad los inventarios representan una parte importante de los activos en el Balance General y los costos que genera se consideran en el Estado de Resultados. Dentro los inventarios que manejan las empresas se encuentran, inventario de insumos, materia prima, materiales, producto en proceso, producto terminado y suministros (Flores, 2022).

Para el establecimiento de un control de inventarios dentro de una empresa de industria alimentaria, es necesario conocer a fondo las características de cada una de las materias primas, productos en proceso y productos terminados. De esto dependerá el modelo que se desee emplear. En la gran mayoría de casos en estas industrias es necesario aplicar el inventario primero en entrar, primero en salir (PEPS), el permite que los alimentos roten sin comprometer la inocuidad, esto se puede asegurar mediante la supervisión de la rotación de lotes en la empresa, identificando situaciones como la rotura de lotes, la cual consiste en incumplir con la metodología PEPS, lo cual puede afectar otros departamentos en la empresa como, producción, calidad y ventas por un incumplimiento al cliente (Chavez, Villugas Calzado, & Jhancy, 2019).

Para implementar cualquier modelo de inventarios, es esencial que las empresas tengan un adecuado sistema de loteo, ya que con base en esto se puede verificar, la trazabilidad durante la cadena de valor, que cumpla con la vida útil establecida, y que los inventarios estén rotando adecuadamente. Esto es parte también, del ordenamiento que tendrán los productos dentro de la empresa, ya que estos deben ser fácilmente localizables, para facilitar el manejo que se les deba dar durante su paso por la empresa y para evitar problemas asociados al mal manejo de inventarios como la pérdida de inventarios de producto terminado o bien, que se almacenen productos vencidos dentro de las bodegas (Avalos López, 2021).

Hoyos (2023) señala que, en las empresas productoras de bienes o servicios, es fundamental la construcción e implementación de propuestas para la mejora continua en la administración del inventario, con el objetivo de obtener un mayor beneficio económico. Es esencial gestionar adecuadamente los inventarios de productos terminados, ya que estos actúan como el puente entre las materias primas y los productos disponibles para la venta. Al controlar este inventario, la empresa puede experimentar mejoras significativas, como la reducción de pérdidas de producto, menores costos y la incorporación de nuevas tecnologías, entre otros beneficios.

Se asocian dos problemáticas importantes con el mal manejo de los inventarios, se menciona un inventario insuficiente, este puede estar relacionado a una escasez de pronósticos en la empresa, mismos que permitan conocer cuál será la demanda de sus clientes. Por otra parte, esta situación también puede estar asociada con un mal ordenamiento de los inventarios, esto puede suceder porque dentro de los espacios de almacenamiento no hay espacios específicos en los que se debe situar cada producto, estando expuestos a extravíos (Bonilla Córdova, 2019).

Otra de las problemáticas asociadas a una gestión insuficiente de los inventarios, es el exceso de inventarios, esta situación se puede presentar por distintos factores como, producciones grandes para abaratar costos, disminución de la demanda de ciertos productos, materias primas o producto terminado que se mantienen por mucho tiempo en la empresa bajo el riesgo de sobre pasar su vida útil y comprometer la inocuidad de los alimentos a su alrededor, la salud del personal, presencia de plagas, entre otros problemas asociados (Pérez Bautista, 2019).

Por otra parte, para manejar los inventarios, se considera más conveniente usar la previsión cuantitativa, mediante el empleo de datos históricos de las empresas, dentro de los cuales se identificarán fenómenos como la estacionalidad de los productos. Con el uso de modelos estadísticos se pueden obtener ventajas como la identificación de los productos de alta, media y baja rotación, con lo cual es posible que se realice una planificación del inventario (Willches, Sevilla, & Crespo, 2023). Para la determinación de los inventarios de alta rotación en la empresa Alimentos Cool SA., se pretende utilizar un Diagrama Pareto por medio de los datos históricos de unidades vendidas.

Para la medición del cumplimiento de órdenes de pedido en la empresa Alimentos Cool SA., se considera el indicador On-Time, In-Full “OTIF”, siendo el más acertado para medir el cumplimiento de los pedidos respecto a tiempo. Cuando la cantidad de los inventarios aumenta, se

puede considerar que la exactitud de este puede de caer en condición de los posibles errores operativos que se puedan presentar. Estos indicadores permiten dimensionar la calidad de los resultados obtenidos y el impacto que se pueda generar (Gonsález, 2017).

#### 2.4.1. On Time-In Full

$$OTIF = \frac{\text{Pedidos atendidos a tiempo}}{\text{Pedidos solicitados}} \times 100 \quad (8)$$

Se considera que el indicador de rendimiento OTIF es ideal para cada empresa, dependerá de sus capacidades de mejora continua. Es decir, se considera que un valor superior al 90% en adelante es a lo que deben apuntar las empresas, no obstante, conlleva una serie de cambios en los distintos departamentos de la empresa, desde compras, producción, hasta la logística de distribución, con lo cual, si una empresa se encuentra en un OTIF del 80% puede mejorar, pero no es un mal valor (MONTROYA, 2023).

### 2.5 Sistema de Gestión de Información

Los Sistemas de Gestión de Información se implementan para promover el desarrollo empresarial, conjugando elementos como datos de interés, procedimientos y equipos tecnológicos, ya sean físicos como el Hardware o de programación como el Software. El diseño integral de estos sistemas debe apearse a las necesidades de las empresas, siendo más eficientes el momento de brindar resultados que permitan mayor rapidez en el análisis de datos y toma de decisiones (Sánchez Vargas, 2024).

El empleo de estos sistemas para manejar inventarios es conveniente, ya que permite una mayor rentabilidad en los procesos. Debido a que las empresas pueden reducir costos relacionados a almacenamiento, transporte y mantenimiento de dichos inventarios. Por otra parte, ayuda en la identificación de los productos con mayor demanda y, por lo tanto, mayor rotación, pudiendo priorizar productos, mejor gestión del stock y teniendo una mayor eficiencia operativa (Sánchez Vargas, 2024).

Por otra parte, se ha identificado que las PYMES tienen dificultades para implementar los sistemas relacionados a la Industria 4.0, porque los costos relacionados con la generación e integración de estos sistemas no se consideran prioritarios dentro de la industria, o no se cuentan con los fondos necesarios. Por otra parte, cuando los sistemas de información son integrados, este tipo de empresas tienen un mayor tiempo de adaptación o son incapaces de evaluar los beneficios de estos sistemas a largo plazo según menciona Arata (2022).

### 2.5.1 Excel

Excel es un Software de Microsoft, ha sido una herramienta de gran importancia para la manipulación de grandes cantidades de datos, cálculos sencillos y manipulación de datos de manera general, tal y como indica Microsoft (2013). Es la herramienta más utilizada en las empresas PYME, porque es de muy fácil de uso y accesibilidad. Además, se emplea para la elaboración de sistemas de información debido a las funciones como tablas dinámicas, macros, entre otros, según mencionó Miñones (2015).

### 2.5.2 Visual Basic

Visual Basic es un lenguaje de programación que se utiliza para el desarrollo de distintos objetos contenidos dentro de la herramienta Excel. El empleo de este lenguaje ha permitido la agilización y simplificación de aplicaciones, ofreciendo una nueva manera de crear y gestionar los datos de gran importancia, además, se facilita la personalización de herramientas dependiendo de las necesidades de las empresas, según indica Learn Microsoft (2024).

### 2.5.3 Python

Es un lenguaje de programación que le permite al usuario crear distintas estructuras de datos del nivel de complejidad que se desee, por lo cual, será posible que se puedan especificar las funciones tanto como sea necesario. Esto permite que sea de gran adaptabilidad logrando orientarse hacia los objetivos propuestos con una gran facilidad. Dentro de las ventajas con la que se cuenta al aplicar este lenguaje es infinita disponibilidad de bibliotecas de libre uso, que permiten a terceros compartir sus descubrimientos en programas, herramientas y documentos (Python Software Foundation, 2024).

A continuación se describen las bibliotecas utilizadas para el desarrollo de la programación de la proyección de ventas para Alimentos Cool SA.

Statsmodels: Esta biblioteca permite visualizar las diferentes maneras de programar el modelo Holt-Winters, especificando al usuario recomendaciones según el tipo de datos que se vayan a utilizar (statsmodels, 2023).

Pandas: Menciona Zapata (2024), que Pandas es una herramienta utilizada para la manipulación de datos contruido sobre “Numpy”, facilitando operaciones como comparación de datos, fusión de un conjunto de datos, gestión de datos perdidos y demás aplicaciones. En este caso, fue utilizada para la manipulación de los datos de unidades vendidas y líneas de producto, con respecto a un tiempo determinado.

Numpy: Indica Chapuzas (2023), que la biblioteca “Numerical Python” o según su abreviatura “Numpy”, permite el empleo de la Transformada de Fourier en la aplicación Python, gracias a esto, es posible utilizar este modelo matemático para determinar el dominio de una frecuencia de datos, lo cual es necesario si se desea automatizar esta función dentro de una aplicación anclada a una base de datos, como es el caso de la herramienta de administración de los inventarios de producto terminado.

Sklearn.metrics: Esta biblioteca está diseñada para la generación de un código para distintos indicadores de error, en este caso, MAPE, MAE y MSE (Scikit-Learn Developers, 2024).

Matplotlib: Su principal función es la generación de distintos gráficos con respecto a las bases de datos que se estén utilizando, en este caso se utilizó para la generación de un gráfico lineal para visualizar el pronóstico de ventas (Caballero, 2023).

## 2.6 Capacidad de almacenamiento

Es importante que las empresas conozcan la capacidad de almacenamiento de sus bodegas o en este caso del cuarto frío en el que se coloca el producto terminado antes de la venta, debido a que va a influir dentro de las actividades operacionales de la empresa.

Para hacer un dimensionamiento de las instalaciones apropiado de almacenamiento, es necesario considerar la capacidad de ocupación que deben tener estos espacios, para que continúe siendo funcional para almacenar inventarios y las operaciones que se deben realizar en ese lugar de trabajo. Indica Ballou (2004), que para las empresas es conveniente contar con un mínimo de ocupación el cual dependerá del sistema de inventarios que maneje la empresa, inclusive se mencionan empresas que consideran un 50% del espacio en áreas destinadas a pasillos. No obstante, menciona que como máximo una empresa deberá tener en consideración un 70% del espacio de su bodega disponible para anticipar los requerimientos del espacio.

En la industria alimentaria, se debe cumplir ciertos requisitos de infraestructura, por eso para el cálculo aproximado de ocupación del cuarto frío se deben considerar las regulaciones nacionales e internacionales. El Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) RTCA: 67.01.33.06, en el manual para Industria de Alimentos y Bebidas procesados, Buenas Prácticas de Manufactura, Principios generales. Será necesario el cumplimiento de las normas establecidas en la sección 5.2 Instalaciones Físicas del Área de Proceso y Almacenamiento, con respecto al diseño, pisos, paredes, techos, ventanas y puertas, iluminación y ventilación. Respetando, por ejemplo, que espacio entre equipos o materiales de trabajo y las paredes debe ser de 50 cm, para facilitar la limpieza del área, fomentando la inocuidad de los procesos y 1,2 m de pasillo para que los colaboradores y los inventarios, se puedan movilizar dentro de la bodega (RTCA, 2006).

La instalación de un cuarto frío debe contar como mínimo con los siguientes requerimientos estructurales.

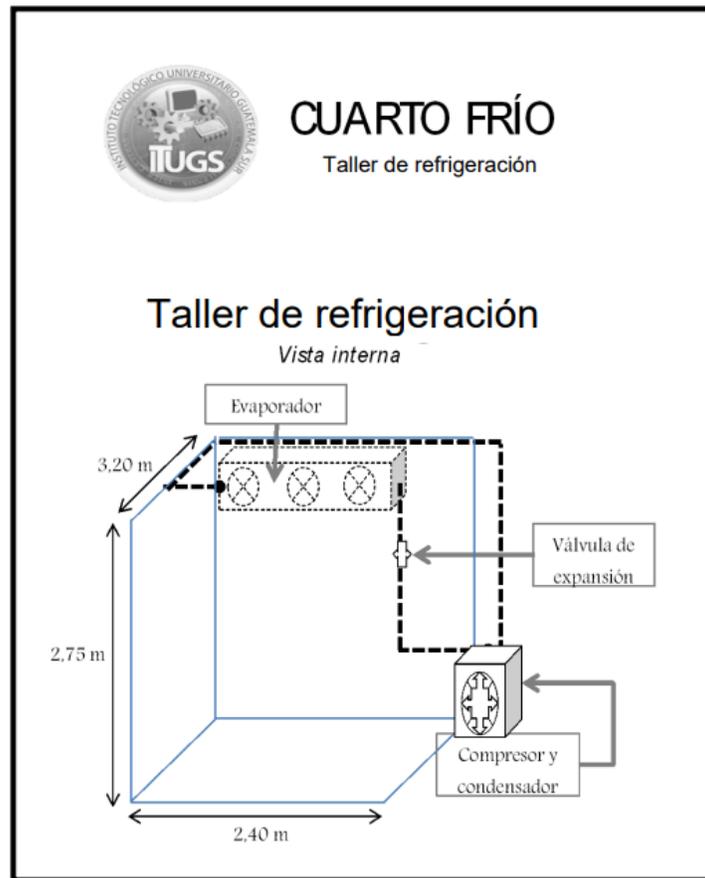
**Tabla 1**

*Requerimientos estructurales de un cuarto frío*

Requerimientos	Función	Referencia
Componentes del sistema de refrigeración	Compresor	
	Evaporador	(Cifuentes, 2019)
	Condensador	
	Dispositivos de expansión	
	Refrigerantes y lubricantes	

**Figura 3**

*Diseño estructural de un cuarto frío*



*Nota.* Adaptado de *Propuesta de diseño de Cuarto Frío en el Laboratorio de Refrigeración y Aire Acondicionado del ITUGS*, [Fotografía], por Cifuentes, 2019, (<http://www.repositorio.usac.edu.gt/14153/1/Luis%20José%20Cifuentes.pdf>)

## Capítulo III. Metodología

### 3.1 Enfoque de investigación

El enfoque que se seleccionó para investigación es el mixto; este es un proceso que incorpora los datos cuantitativos y cualitativos durante el desarrollo de una misma investigación, Guelmes y Nieto (2015) sugieren que *“considerando la libertad de método que debe primar en la investigación y se plantea que cada situación particular de investigación dirá al investigador si se debe utilizar un método u otro, o ambos”* (p.25). Este tipo de investigación se destaca por la utilización de palabras e imágenes para describir el comportamiento numérico, fortaleciendo las debilidades de un método con otro. Considerando los objetivos de la investigación, es cualitativa y el enfoque cuantitativo se usa como complemento para el desarrollo del estudio.

Con respecto al enfoque cualitativo, se caracteriza por considerar distintas expresiones conceptuales y semánticas, mediante herramientas como palabras, imágenes, discursos, gráficos, entre otros. Debido a esto, se requiere de mucha observación y cuestionamiento, para comprender el porqué de las situaciones y elaborar diseños de teoría fundamentados. Se debe comprender que los estudios cualitativos, se basan en el estudio de lo humanístico, siendo una alternativa a la manera de adquirir información científicamente (Flores Sánchez, 2019).

Indica Hidalgo (2019), que la investigación cuantitativa obliga al investigador a ignorar su humanidad y aceptar la verdad que ofrece la observación y experimentación, por medio del análisis de variables cuantificables que se ajustan a los cálculos de probabilidad estadística, lo cual originó el método científico, debido a que este se basa en experimentar acerca de la probabilidad de que ocurra o no un evento. Para el desarrollo de una investigación cuantitativa, es necesario que se realice una exploración inicial, en la cual se identifique el problema, los datos ausentes y los datos atípicos, para poder tomar las acciones debidas para continuar con el proceso, codificando los datos, definiendo las limitaciones y los alcances e identificando datos atípicos para disponer de estos, según el criterio de experto.

### **3.2 Tipo de investigación**

Debido al tipo de enfoque del proyecto, el cual es mixto, se consideró que el tipo de investigación apropiada es la explicativa principalmente, ya que a esta no le basta con la recopilación de datos e información, sino que requiere que la investigación vaya más allá, mediante el análisis de los problemas existentes en los procesos relacionados en un programa de documentación, entendiendo y explicando las razones de porqué suceden de esa manera y establecer las mejoras correspondientes (Solís, 2019).

La investigación explicativa sirve para profundizar en un problema y no solo describirlo, se puede realizar identificando aspectos fundamentales de la problemática, mediante entrevistas y observaciones en empresas, dirigiéndose a responder las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales que lo generaron. En el caso de esta investigación, fue necesario este método para la elaboración de entrevistas y visitas de observación a la empresa, logrando recolectar los datos correspondientes (Solís, 2019).

Se consideró necesario un tipo de investigación de revisión documental, este es un método que se encarga de la recolección de información de fuentes como documentos, revistas, libros, grabaciones, filmaciones, entre otros. Durante esta investigación fue necesaria la identificación, selección y procesamiento de datos, para que estos cumplan su propósito según lo deseado para la investigación (Carmona & Reyes, 2020).

Por otra parte, fué necesaria la investigación aplicada, la cual está orientada a conseguir nuevos conocimientos para formular soluciones a las problemáticas identificadas, según mencionó Alvarez (2020). Para el desarrollo de este proyecto, se pretende aplicar este tipo de investigación en el desarrollo del modelo de pronóstico de ventas y en el diseño del cuarto frío.

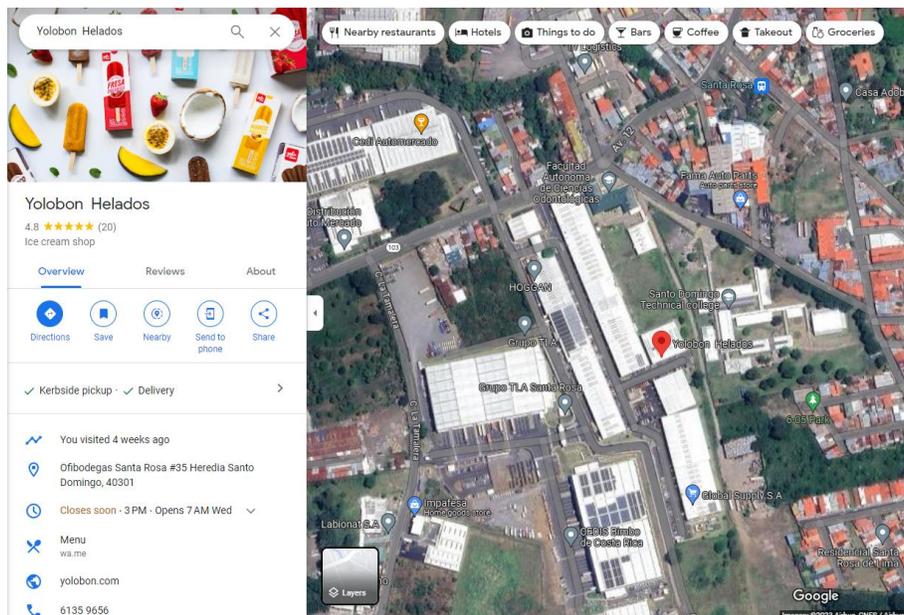
Durante el desarrollo del proyecto, fue necesaria esta metodología para la obtención de datos históricos de ventas de la empresa, para la elaboración del modelo de pronósticos. Además, fue necesario el análisis de los planos de la empresa para la elaboración del Layout inicial y la propuesta del nuevo modelo de ordenamiento logístico de la empresa.

### 3.3 Marco espacial y temporal

El desarrollo del trabajo de graduación se realizó principalmente de manera remota, no obstante, la recolección de datos se llevó a cabo en la planta de procesamiento de Alimentos Cool SA, la cual está ubicada en Santa Rosa, Santo Domingo, Heredia, más concretamente en la zona comercial Ofibodegas Santa Rosa, en la cual la empresa posee una bodega en donde realiza la totalidad de sus operaciones.

**Figura 4**

*Imagen satelital de la empresa Alimentos Cool SA.*



*Nota.* Adaptado de *Alimentos Cool SA. Helados* [Imagen], por Google s.f., Google Maps (<https://maps.app.goo.gl/9RUCjUGbG14VTSdJA>)

### 3.4 Sujetos de información

En la siguiente Tabla, se indican los sujetos de información relacionados a Alimentos Cool S.A, durante el desarrollo de los objetivos del trabajo de investigación.

**Tabla 2**

*Sujetos de información para el cumplimiento de los objetivos del trabajo de investigación en la empresa Alimentos Cool S.A.*

<b>Puesto</b>	<b>Cantidad</b>
Gerente General	1
Encargado de producción	1
Participantes en la extracción de los datos históricos de unidades vendidas.	2
Participantes de las entrevistas para la identificación de la causa raíz	5

### 3.5 Fuentes de información

Inicialmente, se necesitaban varias visitas a la empresa para entrevistar al personal e identificar posibles causas del problema de los inventarios en la empresa. También, se necesita recolectar los datos históricos relacionados con unidades vendidas según las líneas de producción, para detectar los productos con mayor rotación en la empresa.

Para seleccionar el modelo de inventarios apropiado para desarrollar la proyección de ventas, se requirió consultar a distintas fuentes de información bibliográfica, donde se indicará la formulación correcta de los modelos de pronósticos y que pudieran adaptarse a herramientas digitales.

Finalmente, fue necesaria la búsqueda en fuentes de información bibliográfica para el lenguaje de programación en la aplicación Excel, con base en las distintas herramientas con las que cumple dicha aplicación para el manejo de datos, tales como las macros, visual basic, entre otras.

### 3.6 Variables o categorías de análisis

Una vez definido el enfoque mixto, es importante la elaboración de un análisis metodológico que se utilizó para el desarrollo de la investigación, en este caso se realizó mediante la matriz de la siguiente tabla, en la cual se indican los atributos y variables por cada uno de los objetivos del proyecto, conforme con el método de análisis de los datos y el indicador o unidad que se espera obtener.

**Tabla 3**

*Atributos o variables de la investigación correspondientes a cada uno de los objetivos*

<b>Objetivos</b>	<b>Atributo / Variable</b>	<b>Análisis de datos</b>	<b>Indicador o unidad</b>
1. Generar un diagnóstico de la empresa Alimentos Cool SA. de la línea de alta rotación, mediante un mapeo de procesos para la identificación de puntos de mejora del manejo de los inventarios de producto terminado en la bodega.	Atributo: Los procesos involucrados en el manejo de los inventarios por parte de los colaboradores de la empresa Alimentos Cool SA.	Para identificar las posibles causas que causan problemas en la bodega de producto terminado de la empresa, se realizó un Diagrama Ishikawa y entrevistas no estructuradas.	Identificar la causa raíz del problema del control de inventarios de producto terminado en el cuarto frío de la empresa.
	Variable: Frecuencia de ocurrencia de los defectos relacionados al manejo de inventarios en la empresa Alimentos Cool SA.	Para la identificación del principal o principales problemas se determinó mediante un Pareto.	
	Variable: Unidades de alta rotación vendidas de enero del 2022 a marzo del 2022 en la empresa Alimentos Cool SA.	Variable independiente, obtenido mediante el análisis de las unidades vendidas desde enero de 2022, hasta marzo de 2024.	Margen de asertividad en el pronóstico por medio del cálculo de error MAPE.
	Variable: Porcentaje de entregas completas en el periodo del 23 de febrero al 23 de marzo.	Variable independiente, obtenido de los tiempos de espera para la entrega de un pedido completo.	Valor del On Time-In Full= Pedidos a tiempo / Pedidos solicitados.

<p>2. Integrar las necesidades y requerimientos específicos para el diseño de la herramienta de gestión de inventarios, con base en las limitaciones y desafíos encontrados en el diagnóstico inicial.</p>	<p>Atributo: Cumplimiento de las necesidades identificadas y analizadas en la empresa.</p>	<p>Identificar si mediante las etapas, registros, bases de datos y demás aplicaciones de la herramienta se logran sustentar las necesidades de la empresa.</p>	<p>Matriz de necesidades y requisitos integrados en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hojas, botones, celdas, tablas dinámicas, gráficos, enlaces y manual de usuario necesarios para el funcionamiento de la herramienta para la administración del inventario de producto terminado.</li> <li>- Requisitos mínimos que debe cumplir la empresa Alimentos Cool SA., para la utilización de la herramienta para la administración del inventario de producto terminado.</li> </ul>
	<p>Variable: Unidades de ventas proyectadas.</p>	<p>Establecer un registro de unidades vendidas y un modelo de proyección de ventas, dentro de la herramienta de control de inventarios.</p>	<p>Indicadores de error:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MAPE</li> <li>- MAE</li> <li>- MSE</li> </ul>

### 3.7 Herramientas

Para iniciar con el proceso correspondiente al primer objetivo, fue necesario generar una carpeta compartida de Google Drive para el compartimiento de información. Además, se utilizó una libreta de apuntes que permitía recoger información en las primeras visitas a la empresa, mediante dicha libreta también sirvió para entrevistar en forma no estructurada a los colaboradores. Esta información sirvió para determinar los puntos clave con los que se diseñó la recolección de información para la estructura del Diagrama de Flujo de Proceso y el Diagrama Ishikawa.

Para elaborar los Diagramas de flujo se utilizó la herramienta Visio de Microsoft 365, con la que se pueden dibujar modelos según las necesidades del usuario. Una vez identificadas las principales causas del problema, se introdujeron dentro de un Google Forms, el cual permitió determinar una frecuencia de ocurrencia de las problemáticas de la empresa.

Tras los resultados de frecuencia de las problemáticas, se utilizó de nuevo la aplicación Visio para elaborar el Diagrama Ishikawa. Por otra parte, mediante la herramienta del Excel se diseñó una tabla para elaborar los cálculos correspondientes a un Diagrama Pareto, mismo que fue graficado en la misma aplicación.

Por otra parte, se utilizó la aplicación de Google Sheets como un documento compartido con la empresa Alimentos Cool SA para obtener la información correspondiente a la herramienta OTIF. Seguidamente, se utilizó la aplicación de Excel para elaborar un resumen de los datos obtenidos durante este proceso.

Fue necesaria la extracción de datos de unidades vendidas por la empresa, estos datos fueron otorgados mediante un documento de Excel y fue en la misma aplicación que se realizó el análisis de estos. Mediante dicho análisis, se identificaron las unidades vendidas por cada línea de producto y se elaboró un Diagrama Pareto para identificar las líneas de producto que cuentan con una mayor rotación.

Seguidamente, se llevó a cabo la elaboración del modelo de pronósticos, se utilizó la aplicación Excel, por la facilidad con la que manipula los datos, pero también se necesitaron formulas en cuaderno y calculadora científica, para comprender más el origen de los resultados obtenidos.

Una vez identificadas las necesidades de la empresa, se inició con la construcción de la herramienta mediante la aplicación de Excel, con una hoja habilitada para macros, utilizando herramientas

como macros y Visual Basic. Junto con el desarrollo de un lenguaje lógico de programación, se pudieron diseñar las partes de la herramienta de proyección de ventas.

Se consideró que la aplicación de Excel tiene limitaciones en cuanto a la proyección de ventas, por lo que se elaboró un enlace entre Excel y Python, una herramienta de programación que permite diseñar un modelo de proyección de ventas más preciso. Además, de la consulta de las diferentes bibliotecas de información para el empleo de Python, para la elaboración del código de programación.

Dentro de las necesidades identificadas se encontró la capacidad de almacenamiento en el cuarto frío de Alimentos Cool SA, así que se realizó un Layout del cuarto frío mediante la aplicación Google SketchUp que permite elaborar diseños en 3D de manera gratuita, para poder visualizar mejor la organización del cuarto frío. En cuanto al cálculo de capacidad de almacenamiento, se utilizaron las medidas de los embalajes del producto, el plano de la empresa, una cinta métrica para tomar datos adicionales de medidas dentro del cuarto frío y la aplicación de Excel.

### **3.8 Sistematización de los objetivos**

Se inició con la realización del proyecto, mediante una visita a la empresa Alimentos Cool SA, en la cual se llevó a cabo una conversación con la gerente general Susana Quintero. Esto permitió que se pudieran expresar de una mejor manera las necesidades que la empresa ocupaba suplir y diseñar el desarrollo del proyecto.

Después, se realizaron varias visitas a la empresa, con lo que se pudo observar las instalaciones, de los procesos productivos, conocer a los colaboradores. Además, este proceso permitió conocer más afondo las necesidades de la empresa y cuáles herramientas se podrían utilizar para poder brindar el apoyo más conveniente posible.

#### **Objetivo 1**

Conforme con el cumplimiento del objetivo 1 se inició con el mapeo de la empresa Alimentos Cool S. Fue necesaria la coordinación con la empresa para realizar visitar estratégicas en las cuales se pudieran observar ciertos procesos productivos, conforme con el cronograma de operaciones semanal de la empresa, permitiendo observar la metodología de almacenamiento en el cuarto frío y el alistado de pedidos.

Una de las principales actividades dentro de este proceso fue conocer el equipo de trabajo de Alimentos Cool SA y sus respectivas funciones. Mediante el desarrollo de las visitas se elaboró un organigrama de la empresa, lo cual permitió definir el objeto de estudio y las personas encargadas de colaborar en los distintos aspectos del proyecto.

En estas visitas se reunieron con la Gerente General Susana Quintero para coordinar la recolección de información disponible en ese momento, dentro del diagrama de flujo, el plano de la empresa, dimensiones de los embalajes y los históricos de ventas. El proceso se hizo efectivo porque la empresa estuvo dispuesta a colaborar en todo momento, con lo que se destinó una carpeta de Google Drive para compartir estos datos.

Una vez identificada la organización de la empresa y las labores de cada colaborador, se realizó el proceso de entrevistas no estructuradas para tener una mayor apertura en cuanto a las respuestas que pudieran brindar los entrevistados. Los objetos de estudio para esta etapa fue el jefe de producción y 3 operarios de producción. Uno de los resultados más importantes de este proceso fue elaborar un diagrama de flujo según lo descrito por cada colaborador, para conocer mejor el traslado del inventario de producto terminado hasta el cuarto frío y otras especificaciones en cuanto al uso del cuarto frío.

Una vez elaborados los diagramas de flujo según los colaboradores, se hizo una comparación en cuanto al diagrama de flujo oficial de la empresa, para contrastar ambos resultados. Este proceso permitió elaborar un diagrama de flujo funcional para el cumplimiento de los objetivos del proyecto, facilitando el entendimiento de los procesos de la empresa.

Las visitas realizadas permitieron formular la estructura de la herramienta de Google Forms para la recopilación de la frecuencia de ocurrencia de las problemáticas de la empresa, para la implementación de esta herramienta se consideró que lo ideal sería que el jefe de Producción Efrén Bonilla, desde el 23 de febrero, hasta el 27 de marzo. Dicho formulario se utilizó los días en los que identificó la ocurrencia de alguna problemática dentro del proceso productivo. En el formulario también se destinó una opción de observaciones para que el usuario pudiera detallar más lo sucedido durante la producción y así comprender mejor el origen de los datos.

Finalizado el proceso de recolección de información, se organizó la información mediante Excel identificando las problemáticas con mayor ocurrencia durante los procesos productivos de

Alimentos Cool SA. Además, se ubicaron los resultados dentro de un Diagrama Ishikawa, el cual permite visualizar la información de una manera más organizada y directa.

Al contar con la frecuencia de ocurrencia de las problemáticas de la empresa e identificar las posibles causas se utilizó un Diagrama Pareto para identificar la causa raíz del problema. Se clasificaron las problemáticas dentro de 3 grandes áreas para poder priorizar las causas más relacionadas al control de los inventarios, estas son:

- A las que afectan directamente a los inventarios
- B las afectadas indirectamente por el manejo de los inventarios o afectan indirectamente a los mismos
- C las que tienen una baja o casi nula afectación sobre el manejo de los inventarios.
- Se le dio un valor de 50 a la clasificación A, 15 a la clasificación B y 3 a la clasificación C.

Por otra parte, se pretendió conocer el nivel de afectación de la ausencia del control de inventarios de la empresa, identificando que uno de los principales afectados pueden ser los clientes. Se aplicó la herramienta OTIF, la cual permite conocer el tiempo que transcurre desde que ingresa un pedido a la empresa, hasta que se le entrega al cliente. La recolección de esta información se llevó a cabo mediante un documento compartido de Google Sheets, en el cual el encargado de producción fue quien completó desde el 23 de febrero, hasta el 27 de marzo los tiempos de entrega de la empresa, ya que dentro de sus funciones está la recepción, alistado y despacho de los pedidos de la empresa.

Es importante mencionar que durante el periodo en que se realizó la toma de datos, se consideraron solo los principales clientes de la empresa, o pequeños afectados por la falta de producto terminado disponible para la venta.

## Objetivo 2

A partir de las necesidades que se identificaron en la empresa Alimentos Cool SA., se inició con la elaboración de la estructura que debería tener la herramienta de para el control de inventarios de producto terminado. Por lo tanto, se elaboró una matriz de necesidades y requerimientos para esta etapa, en cuanto a las necesidades se pretende brindar una solución a las problemáticas identificadas en el Diagrama Pareto. En cuanto a los requerimientos, se consideraron todos los requisitos que debe cumplir la herramienta para que sea funcional y los requisitos mínimos que

debe cumplir Alimentos Cool SA para implementar la herramienta. El desarrollo de la matriz se llevó a cabo en la herramienta de Excel.

Para la elaboración de la herramienta, había que identificar las líneas de mayor rotación en la empresa para poder utilizar datos reales al realizar las pruebas correspondientes de las diferentes secciones de la herramienta. Con lo cual, estas líneas se seleccionaron mediante la filtración de la fecha y unidades vendidas por la línea de producto según el histórico de ventas brindado por la empresa Alimentos Cool SA.

Al tener información de ventas de enero de 2022 a marzo de 2023 debidamente filtrada, se elaboró un Diagrama Pareto para aplicar esta herramienta para seleccionar las principales líneas de producto en la empresa. En este proceso se descartaron las líneas de producto que no superaran como mínimo un año en el mercado y se priorizaron las disponibles en el mercado desde enero de 2022 hasta marzo de 2023, ya que entre más datos tenga una base de datos para generar un pronóstico de ventas, los resultados serán más precisos.

Una vez obtenido la matriz de necesidades y requerimientos, se elaboró un Diagrama en el que se permitió incorporar la estructura, etapas y organización necesarias para iniciar con la elaboración de la herramienta del control de inventarios de producto terminado. Este Diagrama fue de gran utilidad para visualizar de manera clara y ordenada cada paso del proceso por realizar al momento de la construcción de la herramienta.

Se inició con la construcción de la herramienta mediante el Software de Microsoft Excel, debido a que es una aplicación muy flexible, presenta gran adaptabilidad en el tiempo y su uso puede ser sencillo, especialmente para su programación, además, fue la aplicación seleccionada por la empresa.

En el proceso se empleó macros, fórmulas y el lenguaje de programación de Visual Basic. La programación de Visual Basic se realizó mediante el conocimiento de la aplicación de Excel, sus funciones y el apoyo de fuentes de información como libros, artículos científicos y videos instructivos.

La herramienta se dividió en varias secciones, entre las que está el menú de inicio, que accederá a las distintas secciones con macros, secciones de registros para que el usuario ingrese los datos que alimentan la herramienta, y una sección de consulta de datos para llamar la información registrada.

Se desarrollaron bases de datos que permitieron almacenar la información que se debe introducir con la herramienta.

Dentro de las aplicaciones de la herramienta del control de inventarios, se cuenta con una proyección de ventas, esta se llevó a cabo mediante el análisis de los históricos de ventas mediante el mismo archivo de Excel de la herramienta, además, para que la proyección de ventas pudiera funcionar de manera automatizada, se utilizó el lenguaje de programación Python.

Para la programación en Python se inició con la introducción del código de la biblioteca “statsmodels”, respectivo para la aplicación del modelo Holt-Winters. Seguidamente, se incluyó un código de la biblioteca “Pandas” para el manejo de datos y series numéricas. Con el propósito de que la generación del pronóstico funcione de manera automática, se introduce un cálculo de periodicidad por medio de la transformación matemática Transformada de Fourier presente en la biblioteca “Numpy”. Seguidamente, se incluye el código de la biblioteca “sklearn.metrics” también un cálculo que permita la estimación de los indicadores de error MAPE, MAE y MSE. Para finalizar con dicha programación, se incluye el código de la biblioteca “matplotlib” para la generación de gráficas, con el propósito de que el usuario pueda visualizar apropiadamente el pronóstico.

Se consideró que uno de los requerimientos de la empresa para el correcto control de los inventarios del producto terminado, era la capacidad de almacenamiento del producto terminado. Por lo tanto, se realizó un cálculo de la capacidad de almacenamiento mediante la aplicación de Excel y se realizó un diseño Layout mediante la aplicación Google SketchUp. Ambos procesos se realizaron mediante el análisis del plano de las instalaciones, los tipos de embalaje del producto terminado y sus especificaciones en cuanto al acomodo en tarima y la toma de medidas con cinta métrica en el cuarto frío durante las visitas realizadas a la empresa.

## Capítulo IV. Resultados y Discusión de Resultados

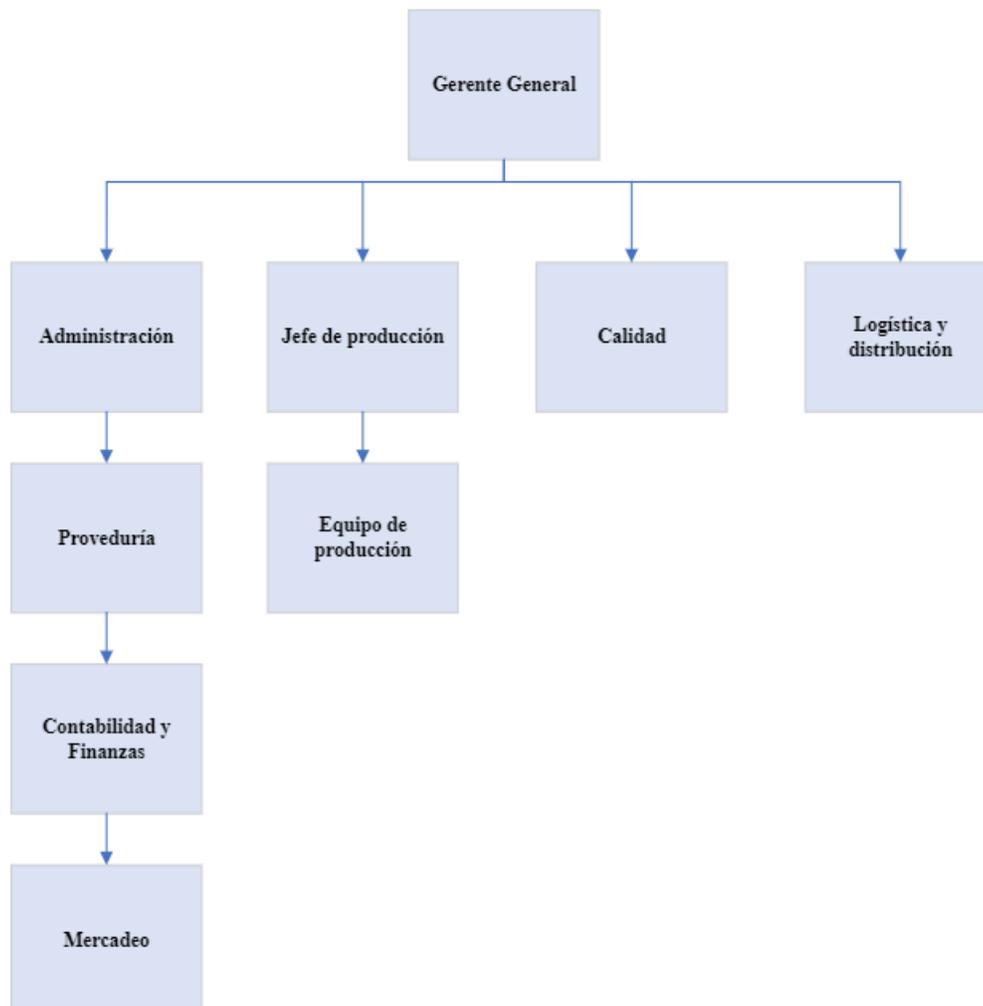
### 4.1 Mapeo de los procesos de la empresa Alimentos Cool SA

#### 4.1.1 Organigrama

El mapeo llevado a cabo en Alimentos del Cool SA permitió la identificación de los roles individuales de cada miembro del equipo. A continuación, se presenta el organigrama elaborado en base a estos roles identificados.

#### Figura 5

*Organigrama Alimentos Cool S.A*



Indica el Instituto Guatemalteco de Educación Radiofónica (2017), que el análisis de un organigrama permite el entendimiento de las tareas diarias, subdivisiones de la empresa, los niveles administrativos y las líneas de autoridad. Se considera que para la elaboración de un proyecto es importante conocer las áreas de la empresa y las tareas que en estas se realiza, con lo cual se elaboró un organigrama de la empresa.

Esta empresa es una PYME, dentro de la cual se identificó la división en 5 grandes áreas, la gerencia como cabeza de la organización se involucra en todas las tareas realizadas en la empresa, esto se facilita con la delegación de trabajo del Gerente General hacia sus demás departamentos.

No obstante, la gerencia se enfoca en el área administrativa, con dos colaboradores, la gerente y un administrador, y sus diferentes tareas son, proveeduría, contabilidad-finanzas, mercadeo, ventas, comprar, recursos humanos y demás. El jefe de producción se encarga de la recepción de las materias primas, gestión de bodega, elaboración de las paletas heladas, gestión del cuarto frío, recepción de pedidos y la preparación de pedidos y despacho.

Las personas que forman parte de la empresa contemplan que sus tareas se hagan de forma adecuada. El área de producción tiene un pequeño laboratorio en el que realizan análisis para valorar formulaciones, mezclas y análisis relacionados con la inocuidad. Por otra parte, los análisis de laboratorio que no pueden ser realizados en la empresa, se envían a laboratorios externos a la empresa.

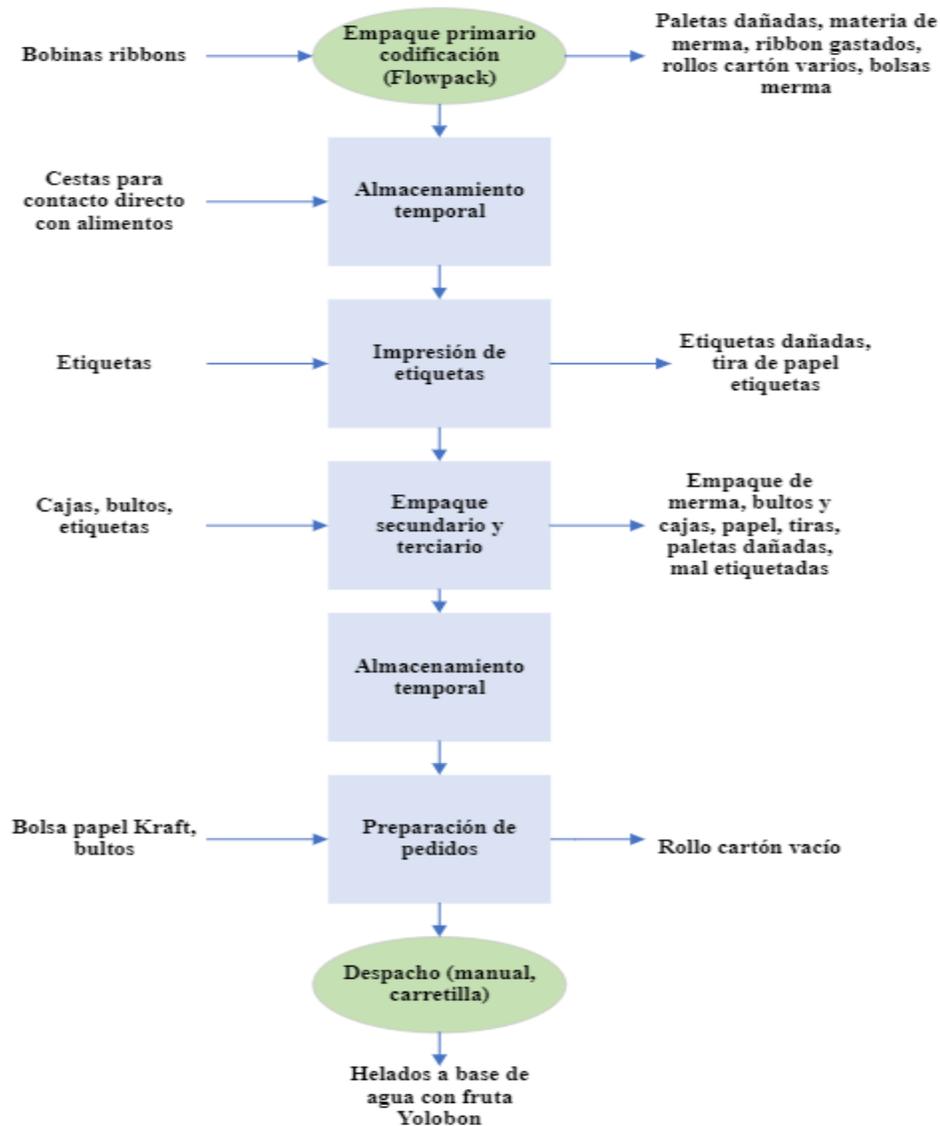
El área de logística y distribución envuelve a la parte gerencial de la empresa, el jefe de producción y a la persona transportista encargada de llevar el producto a los clientes. Esto se debe a que en administración y en producción se reciben los pedidos que ingresan y se procede a coordinar con el transportista los días y las rutas ideales para realizar las entregas.

#### 4.1.2 Diagrama de flujo

Conforme con el análisis de los documentos obtenidos por parte de la empresa, se adjunta el Diagrama de flujo de la empresa a partir de la etapa de empaque primario y hasta el despacho del producto terminado.

**Figura 6**

*Diagrama de flujo a partir de la etapa de control de Solidificación de la cobertura en Alimentos Cool S.A.*



*Nota. Adaptado de “Se puede observar el diagrama de flujo a partir de que las paletas ya están congeladas”, Archivo de Drive de Alimentos Cool SA, s.f.*

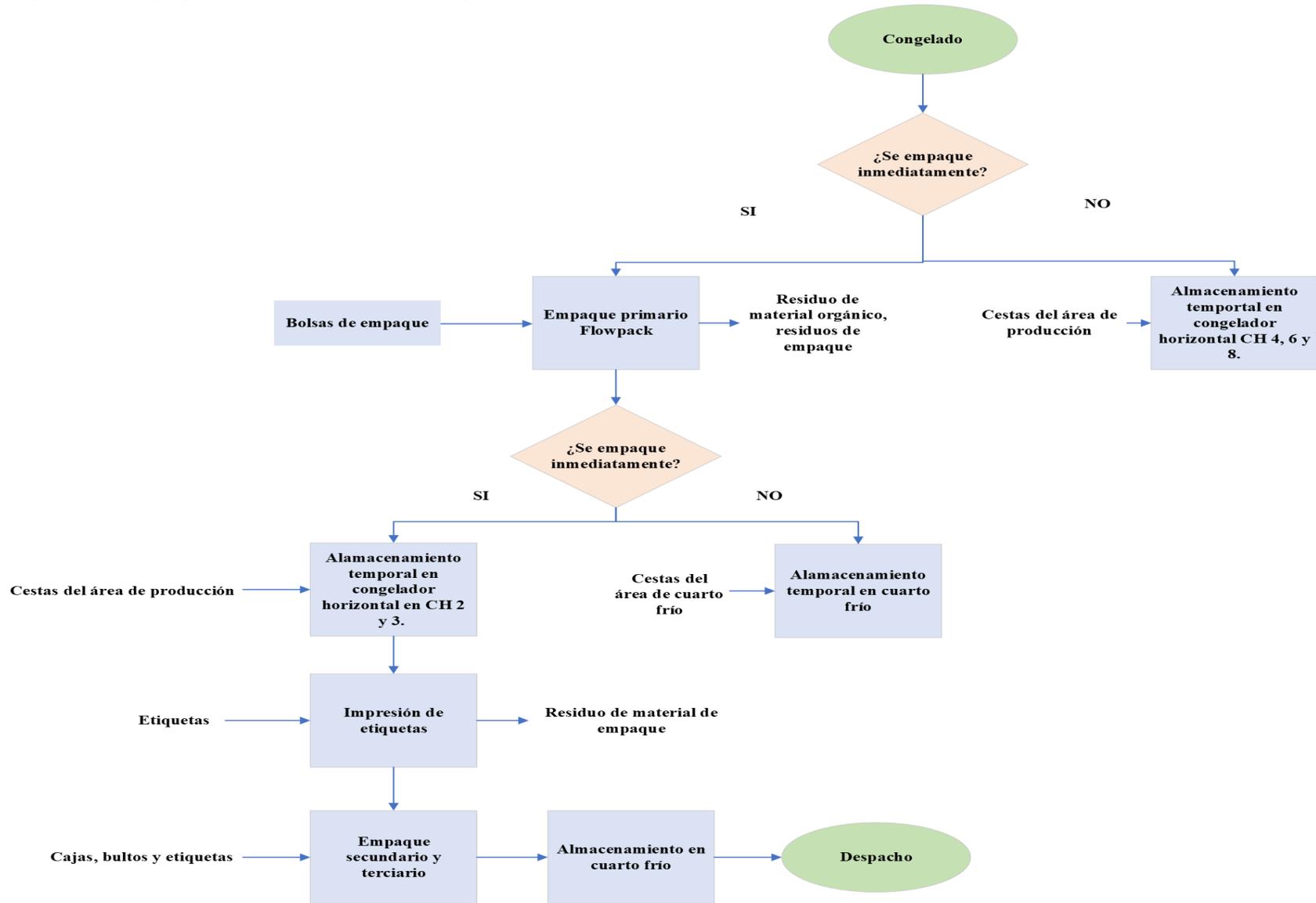
Según menciona Múzquiz-Flores y Ramírez-Montoya (2021), el análisis de las etapas productivas de una empresa se ve favorecido mediante la elaboración de un diagrama de flujo o mediante el estudio de los diagramas de flujo actuales, mismos que pueden estar sujetos a modificaciones según le sea conveniente para la empresa. Indica VIDA (2021), que los procesos de mapeo de las empresas en conjunto con los diagramas de proceso facilitan la visualización de cantidades, tiempos, distancias, recorridos, espacios y demás. En este caso, se considera importante el análisis del Diagrama de Flujo de la empresa para conocer el recorrido y los espacios disponibles para el inventario de producto terminado.

Para conocer el nivel de cumplimiento del diagrama propuesto por la empresa y la metodología de trabajo de los colaboradores de la empresa se realizó una entrevista no estructurada, las preguntas utilizadas como guía se encuentran en el **Apéndice 4**. Para analizar mejor los resultados de las entrevistas, se elaboró un diagrama según lo descrito por cada colaborador, que se presenta en el **Apéndice 5**.

Se presenta a continuación en la **Figura 7**, el diagrama de flujo final que se elaboró a raíz de los Diagramas mencionados anteriormente y fue tomado como referencia para el desarrollo del trabajo, tal y como indica Miranda, et al. (2007), esto permitirá que se tenga una representación gráfica del proceso y facilite su entendimiento.

**Figura 7**

*Diagrama de flujo para el desarrollo del Trabajo Final de Graduació*



El Diagrama de Flujo presente en la **Figura 7**, se describen los procesos y algunos materiales y equipos que se pudieron apreciar durante las distintas visitas y el proceso de observación en la empresa Alimentos Cool SA. Este proceso parte desde el empaque del producto terminado debido a que es la primera etapa en la cual el producto terminado tiene una relación directa con el cuarto frío, mismo que se debe almacenar en distintas ocasiones dentro del mismo. La empresa cuenta con empaque primario, secundario y terciario para sus productos y debido a sus procesos de producción y tiempos de trabajo, distintas ocasiones estos 3 tipos de empaques podrán estar presenten en el cuarto frío.

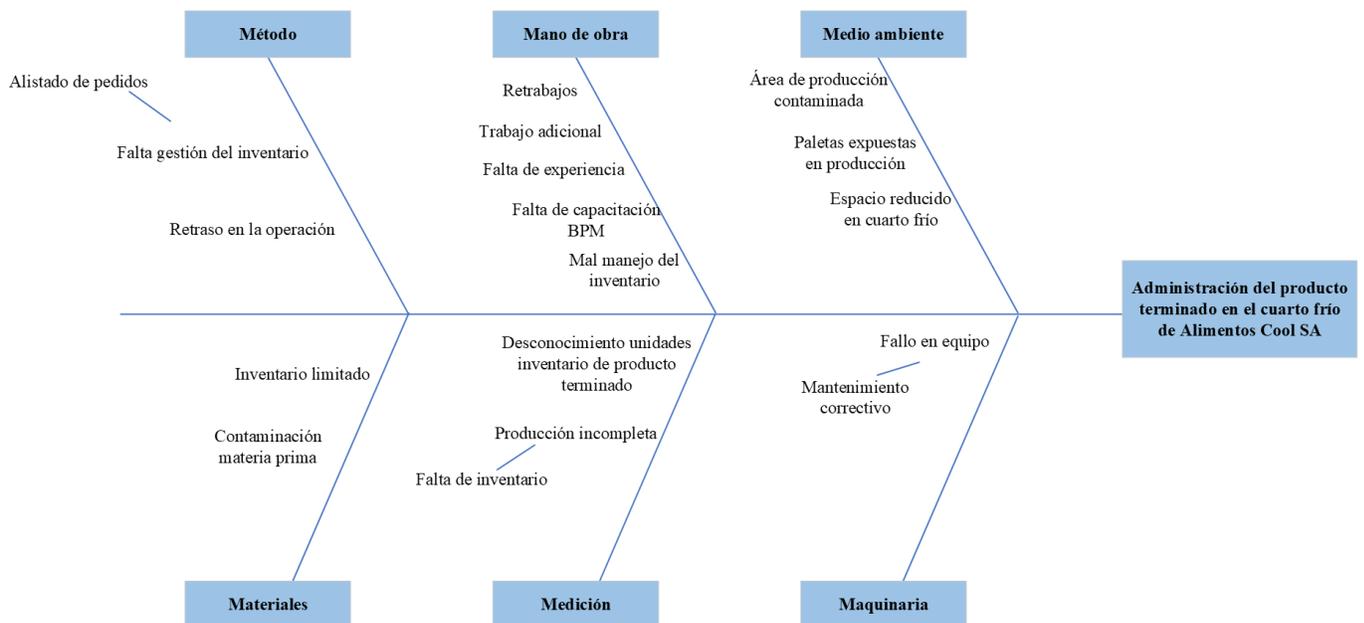
Cuando el producto terminado está en el empaque primario está en su estado más susceptible, por lo que no es ideal que permanezca durante un tiempo prolongado en el cuarto frío. Con lo cual, la empresa también utiliza los congeladores horizontales ubicados en el área de producción, hasta colocarse en el empaque secundario y terciario, proceso que no debe excederse de un día de producción, para evitar la contaminación cruzada. El alistado de producto y la selección del embalaje es según el requerimiento de los clientes, siendo una variación del producto terminado dentro de la gestión y acomodo del cuarto frío.

### 4.1.3 Diagrama Ishikawa

Para identificar la causa raíz en la empresa Alimentos Cool SA, se elaboró el Diagrama de Ishikawa, que se muestra en la **Figura 8**. Los resultados detallados se pueden consultar en el **Apéndice 7**, mientras que la síntesis y el ordenamiento de estos resultados se presentan en el **Apéndice 8**.

**Figura 8**

*Diagrama Ishikawa elaborado para la empresa Alimentos Cool S.A*



A continuación, se indica el análisis de las causas de valoración de las causas indicadas en el diagrama de la **Figura 8**:

#### Análisis de la causa método:

La gestión del inventario presenta deficiencias debido al planeamiento por metodología manual de las unidades disponibles. Esta situación provoca retrasos en la operación, ya que la planificación inadecuada de los materiales impide completar las unidades de producto terminado durante la producción, resultando en una gestión ineficiente del tiempo. Además, se observa una deficiencia en el manejo de los inventarios en el cuarto frío, ya que la ausencia de una estandarización en el almacenamiento adecuado genera dificultades en el alistado de pedidos, complicando aún más el proceso logístico.

#### Análisis de la causa mano de obra:

Se identifica que la falta de unidades disponibles de inventario genera problemas de producción como el trabajo adicional o retrabajos, como pequeñas producciones para completar pedidos y también la aplicación de horas extra para cumplir con las metas de producción.

Se presentaron malos manejos de los inventarios por parte del personal en cuanto a temas de calidad, lo cual se confirió la responsabilidad de esta causa a la incorporación reciente de un colaborador a la empresa, lo cual indica falta de experiencia y falta de capacitación en buenas prácticas de manufactura.

#### Análisis de la causa medio ambiente:

Por la baja capacidad de almacenamiento, el producto terminado puede quedar sin empaque primario y secundario. Este reto es muy importante para la empresa para evitar la contaminación cruzada en caso de incumplimientos en los planes de limpieza.

#### Análisis de la causa materiales:

Consecuente con lo anteriormente mencionado en el análisis de causa de medio ambiente, el entorno puede provocar una pérdida del producto terminado por la contaminación cruzada. Por otra parte, se identificó que la empresa ha presentado en varias ocasiones la ausencia de inventario de producto terminado.

Análisis de la causa medición:

Se identificó una falta de conocimiento sobre las unidades del inventario de producto terminado debido a que solo se realiza un conteo manual una vez al mes. Como resultado, con las operaciones diarias que se llevan a cabo durante el mes, la empresa no tiene información actualizada sobre sus existencias, lo que afecta negativamente la planificación de la producción y el alistado de pedidos.

Análisis de la causa maquinaria:

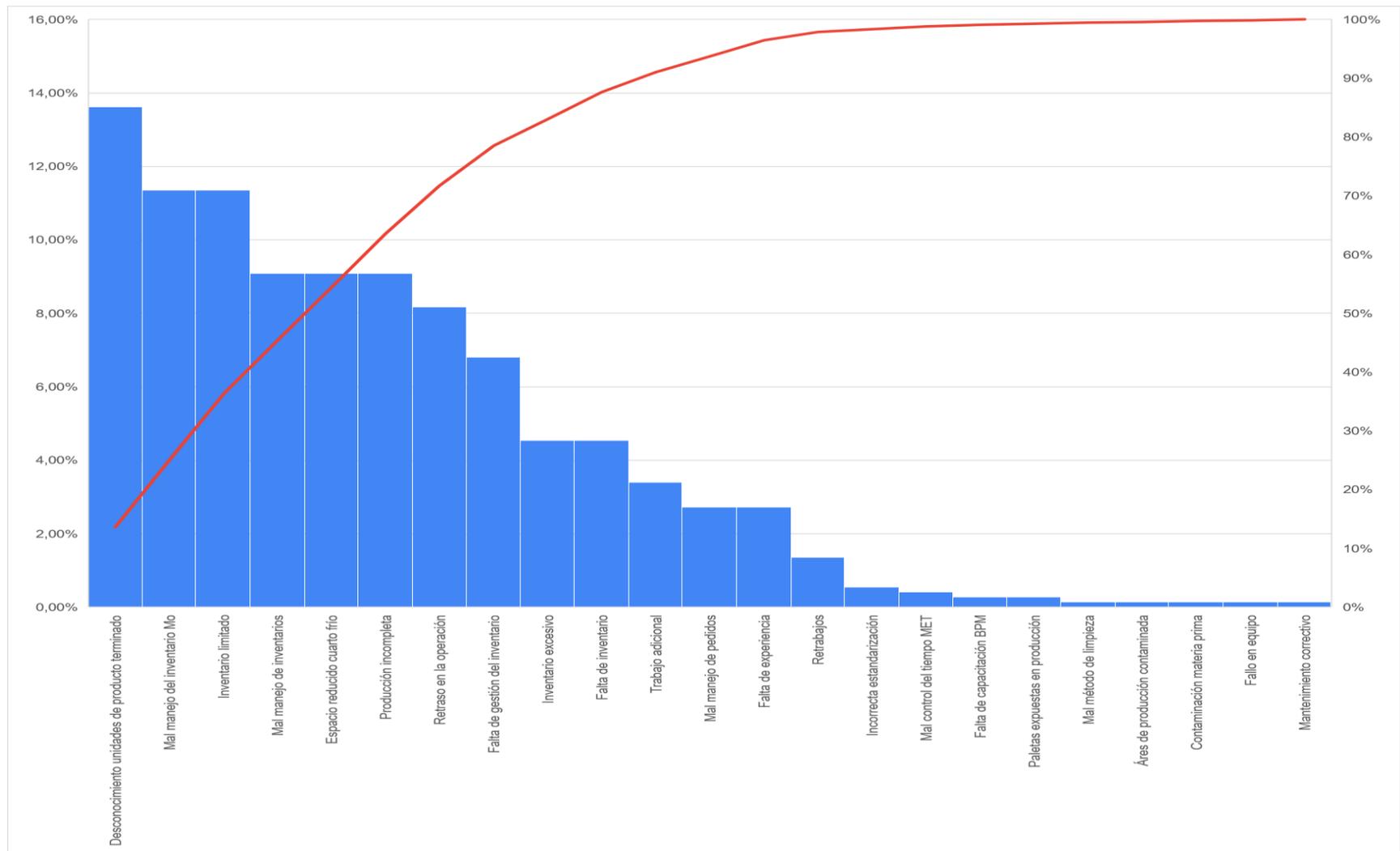
Se identificó que la empresa debe realizar mantenimientos correctivos por un mal planeamiento de los mantenimientos preventivos. Esto representa una gran afectación a la producción porque todos los equipos indispensables en el proceso de la elaboración del producto y cuando se presenta un daño o mal funcionamiento de los equipos, se afecta la cantidad de unidades de producto terminado propuesta según el plan de producción.

#### 4.1.4 Diagrama Pareto

Para identificar la causa raíz en la empresa Alimentos Cool SA, se elaboró el Diagrama Pareto, que se muestra en la **Figura 9**. Los resultados detallados se pueden consultar en el **Apéndice 7**, mientras que la síntesis y el ordenamiento de estos resultados se presentan en el **Apéndice 8**. Además, los cálculos relacionados con la elaboración del Diagrama Pareto se pueden observar en el **Apéndice 9**.

**Figura 9**

*Diagrama Pareto para la empresa Alimentos Cool S.A*



Tal y como mencionó, Escamilla-López et al., (2023), que el 80% de las causas, son provocadas por el 20% de las causas, es decir, al analizar el Diagrama Pareto obtenido en el análisis de la empresa Alimentos Cool SA, se entiende que, la causa raíz del problema de gestión de inventarios, es el desconocimiento de las unidades de producto terminado que se encuentran disponibles en el cuarto frío, con lo cual, esta será la primera problemática que se deberá solventar en la empresa. Esto se debe a que la empresa cuenta con una alta rotación de sus inventarios de producto terminado y actualmente la coordinación de inventario se realiza mediante un conteo físico para la planeación de la producción y la preparación de pedidos.

Se encuentra el mal manejo de los inventarios por parte del personal porque la empresa está en un proceso de contratación, en el que, durante la toma de datos, se contó con un colaborador en periodo de prueba, lo que extendió los procesos de producción afectado el stock de producto terminado. Otra de las causas es el inventario limitado, se puede identificar cuando la empresa no cumple con la entrega de todos los pedidos por un stock insuficiente de inventarios, lo cual sucedió durante la toma de datos por situaciones internas en la empresa y en la temporada alta presente en el tiempo de estudio.

En menor medida, se presentaron causas como una mala gestión del inventario, que se puede generar por situaciones en el día de trabajo, un espacio reducido en el cuarto frío, lo que hace que los empleados deban designar parte de su tiempo planeando el acomodo que tendrán los inventarios en esta parte de la empresa. Además, de producciones incompletas, que generan que no se pueda tener un stock de producto terminado suficiente para la satisfacción de los clientes.

Indica Bonilla (2019) que cuando una empresa no tiene una gestión del inventario puede presentar problemas, una de ellas es el inventario insuficiente, en este caso, se pudo demostrar mediante el Diagrama Pareto que es un problema frecuente en la empresa. Pérez (2022) menciona otra de las problemáticas, es el exceso de inventarios, cuando hay una baja rotación de los distintos inventarios pudiendo provocar problemas de almacenamiento e inocuidad, pero no se identificó en el mapeo realizado.

#### 4.1.5 On Time in Full (OTIF)

Debido a que se identificó que la empresa tiene un inventario insuficiente para satisfacer la demanda, se desea evaluar cómo esta situación afecta la satisfacción del cliente. Para ello, se utiliza el indicador de desempeño OTIF, que mide el porcentaje de cumplimiento con el cual la empresa entrega los pedidos a tiempo a sus respectivos clientes. Según Espejo (2017), este indicador puede ayudar a dimensionar la calidad de los procesos realizados en la empresa y el impacto que generan. En el **Apéndice 10** se presentan los resultados de la recopilación de datos.

**Tabla 4**

*Resultados obtenidos en el cálculo del OTIF*

Indicador	Valor
On Time	72,49%
In Full	86,96%
OTIF	79,73%

Se obtuvo que el OTIF de la empresa Alimentos Cool S.A. es del 79,73%, con una entrega completa de pedidos (In Full) del 86,96% y un cumplimiento de los tiempos de entrega (On Time) del 72,49%, considerando que un OTIF ideal es del 100%. Sin embargo, para las pequeñas y medianas empresas, esto puede ser difícil de alcanzar debido a los costos de producción, la rentabilidad y la disponibilidad de recursos. Por lo tanto, se considera que empresas como Alimentos Cool S.A. pueden mantener valores cercanos al 80% y valorar sus tiempos de entrega como adecuados (MONTROYA, 2023).

Es necesario que la empresa evalúe diversos factores y gestionar adecuadamente los departamentos para mejorar este indicador, como parte de un proceso de mejora continua. Más allá de un porcentaje, el OTIF representa una parte importante de cómo los clientes evalúan a sus proveedores, siendo una pieza fundamental del funcionamiento de una cadena de valor. No obstante, se podría justificar el valor actual del OTIF por la temporada alta en la que se tomaron los datos y la incorporación de nuevo personal sin experiencia. La empresa debe gestionar mejor sus procesos para satisfacer a sus clientes.

## 4.2 Integración de la herramienta

La empresa Alimentos Cool S.A cuenta con distintos inventarios de los cuales son el objeto de estudio para esta investigación, se trata de los inventarios de producto terminado, Flores (2022), describe a los inventarios como bienes tangibles y es esencial tener un control sobre estos por su influencia sobre los costos que generan en los estados contables de cualquier empresa. Chávez et al. (2019) indica que el primer paso para gestionar los inventarios es indispensable conocer a fondo sus características, el manejo que les dan en las empresas, su recorrido, detalles de calidad y demás, pudiendo conocerlos y generar acciones que permitan controlarlos adecuadamente. Por eso se requirió la recolección de información al inicio del proyecto, de datos cuantitativos y cualitativos, previo al diseño de la herramienta para la administración del inventario.

Para valorar el nivel de necesidades que debe suplir la herramienta y la empresa para una correcta administración del producto terminado. El desarrollo de esta matriz de necesidades y requerimientos contempla; necesidad, solución, requerimientos teórico – prácticos. La matriz se muestra en la **Tabla 5**, a continuación.

#### 4.2.1 Necesidades y requerimientos

**Tabla 5**

*Matriz de necesidades y requerimientos*

Necesidad	Solución	Requerimientos	
		Teórico	Práctico
Organización de la herramienta	Estructurar de una manera sencilla la herramienta, en la cual se puedan visualizar las distintas secciones	No aplica	Secciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Menú</li> <li>· Registros</li> <li>· Bases de datos</li> <li>· Origen de datos</li> <li>· Unidades actuales del inventario</li> <li>· Trazabilidad del inventario</li> <li>· Proyección de ventas</li> </ul>
Unidades disponibles del inventario y su trazabilidad a lo interno y externo de la empresa	Registro de las unidades vendidas	Trazabilidad del proceso: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Fecha</li> <li>· Hora</li> <li>· Factura electrónica</li> <li>· Cliente</li> <li>· Línea de producto</li> <li>· Lote</li> <li>· Unidades vendidas</li> </ul>	Programación Secciones: Casillas para el ingreso de datos Botones: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Guardar</li> <li>· Borrar</li> <li>· Ingreso a la base de datos</li> <li>· Origen de los datos</li> </ul>
	Registro de producción	Trazabilidad del proceso: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Fecha</li> <li>· Hora</li> <li>· Encargado</li> <li>· Línea de producto</li> <li>· Lote</li> <li>· Unidades producidas</li> </ul>	Programación Secciones: Casillas para el ingreso de datos Botones: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Guardar</li> <li>· Borrar</li> <li>· Ingreso a la base de datos</li> <li>· Origen de los datos</li> </ul>

Necesidades	Solución	Requerimientos	
		Teórico	Práctico
Unidades disponibles del inventario y su trazabilidad a lo interno y externo de la empresa	Registro de inventarios varios	Registros de inventarios varios como: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Devoluciones</li> <li>· Producto de degustación</li> <li>· Producto no conforme</li> <li>· Descartes</li> </ul> Trazabilidad del proceso: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Fecha</li> <li>· Hora</li> <li>· Factura electrónica</li> <li>· Cliente</li> <li>· Motivo</li> <li>· Línea de producto</li> <li>· Lote</li> <li>· Unidades</li> <li>· Observación</li> </ul>	Programación Secciones: Casillas para el ingreso de datos Botones: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Guardar</li> <li>· Borrar</li> <li>· Ingreso a la base de datos</li> <li>· Origen de los datos</li> </ul>
	Contador de unidades disponibles para la venta en cuarto frío	Reporte de unidades disponibles para la venta según el lote.	Columnas: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Lote</li> <li>· Unidades</li> </ul>
Información para el manejo de la herramienta	Bases de datos que permitan el almacenamiento de la información	No aplica	Tabla dinámica, Validación de listado de datos: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Línea de producto</li> <li>· Personal</li> <li>· Inventarios varios</li> <li>· Listado de clientes</li> </ul>

Necesidades	Solución	Requerimientos	
		Teórico	Práctico
Datos para la proyección de ventas	Redireccionamiento de la base de datos de ventas al apartado de generación de pronósticos mediante una tabla dinámica	No aplica	<p>Hoja de proyección de ventas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Botón menú principal</li> <li>· Tabla dinámica</li> <li>· Enlace Python</li> </ul> <p>Tabla dinámica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Fecha por mes y año</li> <li>· Línea de producto</li> <li>· Gráfico lineal</li> </ul> <p>Enlace Python:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· El enlace será mediante una macro que indica “Generar pronóstico”</li> </ul>
Proyección de ventas	Utilización de la aplicación Python	<ul style="list-style-type: none"> <li>· El usuario no tendrá la necesidad de conocer este lenguaje de programación sino desea realizar ninguna modificación.</li> <li>· En caso de querer modificar el código, el encargado debe tener conocimiento del lenguaje de programación Python, en caso de que se necesite realizar una modificación en cuanto al modelo de inventario.</li> </ul>	<p>Biblioteca de códigos utilizados para la programación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Stats.models</li> <li>· Pandas</li> <li>· Numpy</li> <li>· Sklearn.metrics</li> <li>· Matplotlib</li> </ul>

Necesidades	Solución	Requerimientos	
		Teórico	Práctico
Identificar el nivel de cumplimiento de la empresa hacia sus clientes	Registro del OTIF	El usuario deberá contar con la información correspondiente a la fecha en la que se recibe una orden de compra, la cantidad solicitada, la fecha en la que se debe entregar el producto y la fecha real de la entrega del producto.	Registros del OTIF: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Cliente</li> <li>· Día de pedido</li> <li>· Cantidad solicitada</li> <li>· Cantidad entregada</li> <li>· Fecha de entrega inicial</li> <li>· Fecha fin de la entrega</li> <li>· Menú principal</li> <li>· Guardar</li> <li>· Borrar</li> <li>· Enlace a la hoja OTIF cálculo</li> </ul> Enlace a la hoja Origen de los datos.
	Cálculo del OTIF	El usuario deberá comprender la importancia del OTIF e interpretar sus resultados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Tabla dinámica con los datos correspondientes a la hoja Registro OTIF.</li> <li>· Hoja de cálculo para el nivel de cumplimiento (Cumple / No cumple) del In Full y del On Time.</li> <li>· Tabla dinámica para la agrupación de los resultados del OTIF.</li> <li>· Cálculos correspondientes a: <ul style="list-style-type: none"> <li>- % In Full</li> <li>- % On Time</li> <li>- % OTIF</li> </ul> </li> </ul>
Instalación de la herramienta	La empresa debe contar con una computadora.	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Personal capacitado</li> <li>· Paquete de Office en la computadora</li> <li>· Software Excel</li> </ul>

Necesidades	Solución	Requerimientos	
		Teórico	Práctico
Entendimiento y manejo de la herramienta	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Capacitación del personal</li> <li>· Elaboración de un manual de usuario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Entendimiento estadístico.</li> <li>· Entendimiento del manejo de los inventarios.</li> <li>· Entendimiento del modelo Holt-Winters</li> </ul>	Utilización de la herramienta
Capacidad de almacenamiento	Ordenamiento apropiado de los inventarios en el cuarto frío	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Capacitación del personal</li> <li>· Layout del cuarto frío</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Planeación de los inventarios</li> <li>· Estandarización de los procesos de almacenamiento</li> </ul>

Analizando la matriz de la **Tabla 5**, se indica que dentro de las consideraciones para la estructura de la herramienta es fundamental que las etapas de la herramienta se encuentren bien definidas según las funciones que cumplen, en este caso se cuenta con los registros, bases de datos, reporte de unidades disponibles, funciones de trazabilidad y la proyección de ventas como tal. Además, debe ser de fácil uso y entendimiento para el usuario, para lo que los botones dentro de cada sección deben estar rotulados.

En las consideraciones que la empresa deberá tener en cuenta, está el contar con el equipo adecuado, en este caso se indica que se necesita tener un ordenador para instalar la herramienta dentro de la misma. Por otra parte, la computadora debe contar con el paquete de Office para poder usar el Software de Excel con el que se diseñó la herramienta. También es necesario que la empresa instale en la computadora el Software de Python, debido a que mediante este lenguaje de programación es que se logró poder aplicar el modelo de Holt-Winters de una manera funcional para la empresa, supliendo los requerimientos que no se podían sustentar por medio de Excel.

Se debe comprender que la herramienta deberá ser mantenida por el usuario, encargado de alimentar las bases de datos, con lo cual, deberá ser una persona capacitada en el uso de Excel y tener un manejo de esta aplicación a un nivel intermedio o avanzado. Al estar integrado un modelo de proyección de ventas es conveniente que la persona encargada del análisis de los datos tenga

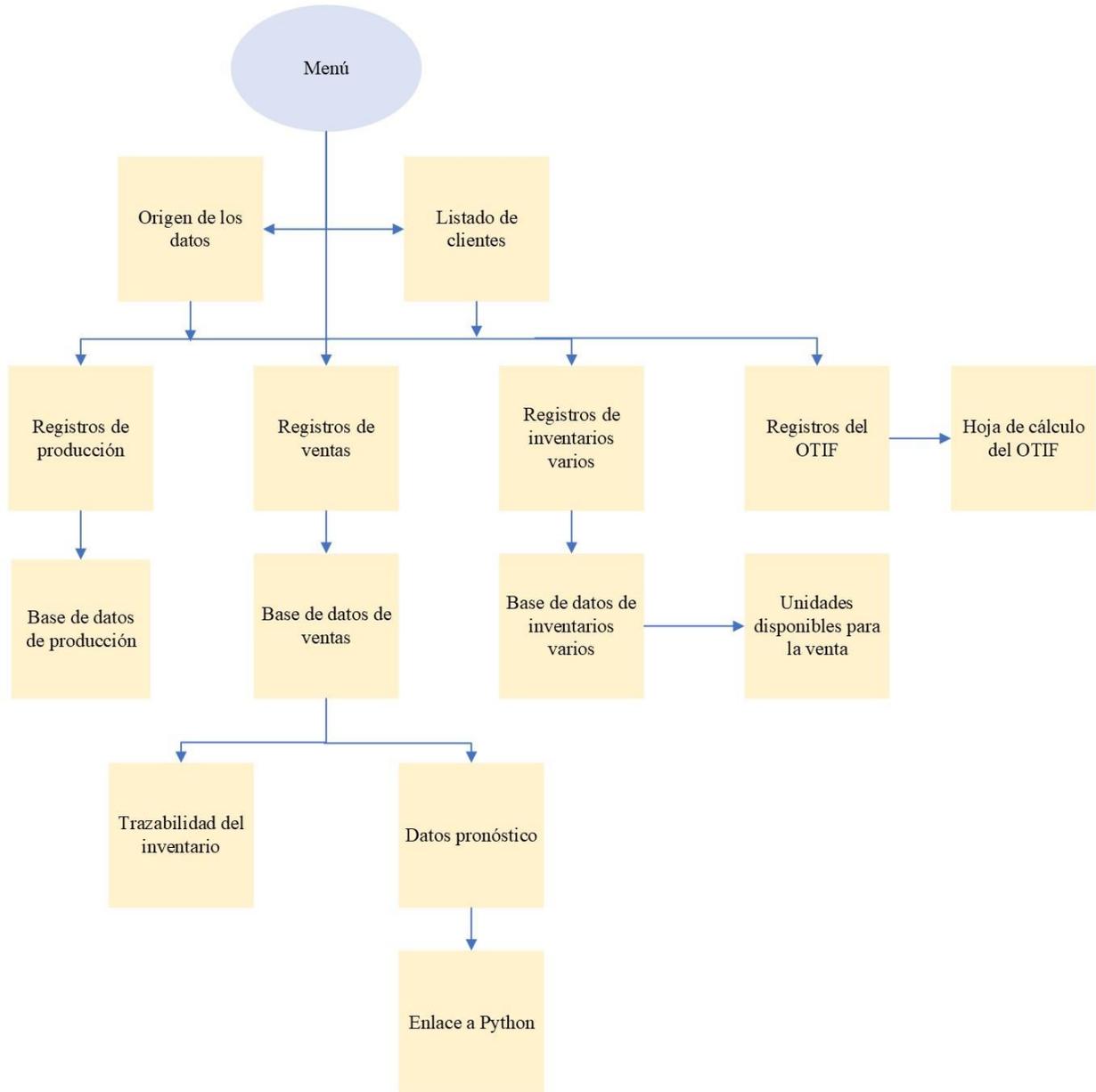
un entendimiento acerca de temas estadísticos, inventarios y el modelo de proyección Holt-Winters.

Como parte de un aporte adicional, se considera que al aplicar una herramienta que permita visualizar una proyección de ventas, la empresa deberá conocer su capacidad máxima de almacenamiento. Esto es importante, porque se influirá en la planeación de la producción, materiales y cierta estandarización de procesos como el alistado de producto y logística para su distribución, según su capacidad para almacenar producto terminado y demás inventarios dentro de los espacios predeterminados en la empresa. [OBJ]

Se presenta la estructura utilizada para la creación de la herramienta para la administración de producto terminado en la **Figura 10**.

**Figura 10**

*Estructura de la herramienta para la administración del inventario de producto terminado*



Como se observa en el diagrama, cada registro se dirige a su base de datos correspondiente. Además, cada registro se enlaza con una pequeña base de datos que permite la validación de datos mediante el listado, con lo que el usuario no tendrá que digitar cierta información dentro de dichos registros.

También se dispone de una sección de trazabilidad que rastrea el producto una vez que sale de la empresa, prestando especial atención al cliente y la factura a la que se destina el producto terminado. No obstante, es importante recordar que la identificación de las unidades de producto terminado al salir de la empresa es posible gracias a que la empresa continúa actualizando las bases de datos.

Finalmente, se indica la proyección de ventas, la cual toma todos sus datos de la base de datos de ventas, considerando especialmente las unidades vendidas, la fecha y el tipo de producto. Dentro de esta sección también se considera una tabla dinámica, la cual cumple con el propósito de enlazar la herramienta con la aplicación de Python.

#### 4.2.2 Secciones de la herramienta

La herramienta se divide en tres principales secciones, los registros de producción, registros de unidades vendidas y la proyección de ventas, con lo cual, obtiene un manejo integral del inventario de producto terminado. Según indica Avalos (2021), la utilización de cualquier modelo para el control de los inventarios permite que las empresas sean más ordenadas en sus espacios de almacenamiento, volviendo sus inventarios más localizables y ajustado más estándares de rotación.

Por otra parte, estos sistemas de información permiten que la empresa conozca sus unidades de producto terminado, permitiendo una toma de decisiones más informada en cuanto a producción, abastecimiento y distribución de sus productos. Tal y como indica Hoyos (2023), estos sistemas buscan solventar problemas típicos relacionados a la mala gestión del inventario como lo es una escasez de inventario disponible para la venta.

A continuación, se presentan la construcción de la herramienta para la administración del inventario de producto terminado. En la **Figura 11**, se presenta el menú principal de la Herramienta para la administración del producto terminado.

**Figura 11**

*Menú de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A*



Como se puede observar en la **Figura 11**, esta sección cuenta con enlaces directos a cada una de las ventanillas principales de la herramienta. [OB]

En la **Figura 12**, se presenta el formato de registro de ventas.

**Figura 12**

*Registro de ventas de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A*

Fecha: 30/01/24

Hora: 04:00 PM

Factura electrónica:

**REGISTRO DE VENTAS**

Fecha: 30/01/24

Hora: 04:00 PM

Factura electrónica:

Cliente:

Guardar

Borrar

Línea de producto	Lote	Unidades vendidas

Menú

Base de datos ventas

Origen de datos

Línea de producto	Lote	Unidades vendidas

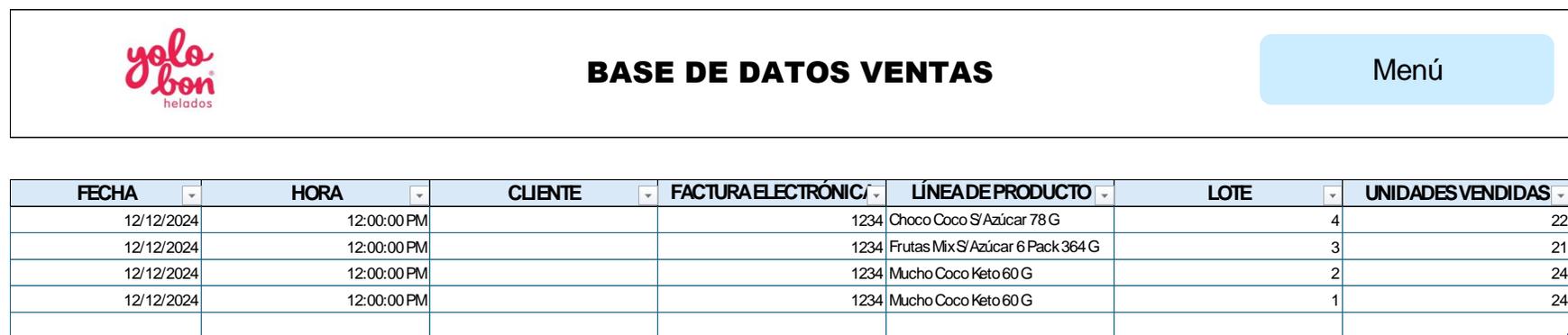
El registro de ventas se realiza a través de una ventanilla que permite al usuario registrar cada venta de manera individual, especificando datos como la fecha, hora, factura electrónica y cliente. Esto facilita los procesos de trazabilidad y rastreo de productos. Además, la sección donde se ingresan las líneas de producto vendidas puede desplegar más filas, permitiendo el registro de diferentes líneas de producto con sus respectivos lotes y cantidades vendidas, algo común en cualquier empresa que maneja múltiples líneas de productos.

Además, esta sección cuenta con el botón “Guardar”, el cual permite que los datos se almacenen de manera automática dentro de la base de datos correspondiente. También, se cuenta con el botón de “Borrar”, el cual elimina el contenido de las casillas dentro de la ventanilla. Por otra parte, se cuenta con los botones de “Menú”, “Base de datos ventas” y “Origen de datos”, los cuales pueden ser utilizados por el usuario para dirigirse a estas secciones dentro la herramienta.

En la **Figura 13**, se presenta la base de datos del registro de ventas.

### Figura 13

*Base de datos de ventas de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A*



FECHA	HORA	CLIENTE	FACTURA ELECTRÓNICA	LÍNEA DE PRODUCTO	LOTE	UNIDADES VENDIDAS
12/12/2024	12:00:00 PM		1234	Choco Coco S/ Azúcar 78 G	4	22
12/12/2024	12:00:00 PM		1234	Frutas Mix S/ Azúcar 6 Pack 364 G	3	21
12/12/2024	12:00:00 PM		1234	Mucho Coco Keto 60 G	2	24
12/12/2024	12:00:00 PM		1234	Mucho Coco Keto 60 G	1	24

Esta sección solo es accesible a través del botón "Base de datos ventas" y no se puede ingresar desde el menú principal, con el fin de evitar modificaciones no autorizadas en esta ventanilla. La base de datos tiene una columna para cada campo del registro de ventas. Además, contiene un enlace directo al menú principal mediante el botón "Menú".

Según Avalos (2021), la trazabilidad de los inventarios es muy importante, por lo que el registro de ventas cuenta con los datos relacionados con el tiempo en que se realizó la compra, la factura electrónica que deberá ser única para cada transacción, el lote que permite identificar el producto vendido y la cantidad de unidades vendidas, para conocer las salidas de la empresa.

En la siguiente **Figura 14**, se presenta el registro de producción.

### Figura 14

*Registro de producción de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A*

Fecha: 12/24/24      Encargado:

Hora: 12:00 PM

**REGISTRO DE PRODUCCIÓN**

Fecha: 12/24/24      Encargado:

Hora: 12:00 PM

Guardar

Borrar

Línea de producto	Lote	Unidades producidas

Menú

Base de datos producción

Origen de datos

Línea de producto	Lote	Unidades producidas

El registro de las unidades de producción se realiza a través de esta ventanilla que permite al usuario registrar las unidades como resultado de la producción, que serán almacenadas dentro del cuarto frío, especificando datos como la fecha, hora y el encargado de realizar el proceso. Esto facilita los procesos de trazabilidad interna del producto y gestiones de calidad e inocuidad. Además, la sección donde se ingresan las líneas de producto permite desplegar más filas, permitiendo el registro de diferentes líneas de producto con sus respectivos lotes y unidades, algo común en cualquier empresa que maneja múltiples líneas de productos.

Además, esta sección cuenta con el botón “Guardar”, el cual permite que los datos se almacenen de manera automática dentro de la base de datos correspondiente. También, se cuenta con el botón de “Borrar”, el cual elimina el contenido de las casillas dentro de la ventanilla. Por otra parte, se cuenta con los botones de “Menú”, “Base de datos producción” y “Origen de datos”, los cuales pueden ser utilizados por el usuario para dirigirse a estas secciones dentro la herramienta.

En la siguiente **Figura 15**, se presenta la base de datos del registro de producción.

### Figura 15

*Base de datos de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A*



FECHA	HORA	ENCARGADO	LÍNEA DE PRODUCTO	LOTE	UNIDADES PRODUCIDAS
12/12/2024	10:00:00 AM	Susana Quintero	Mucho Coco S/Azúcar 60 G	2	24
12/12/2024	10:00:00 AM	Susana Quintero	Mucho Coco Keto 60 G	1	24

Esta sección solo se puede acceder a través del botón "Base de datos producción" y no se puede ingresar desde el menú principal para evitar modificaciones no autorizadas en esta ventanilla. La base de datos tiene una columna para cada campo del registro de producción. Además, contiene un enlace directo al menú principal mediante el botón "Menú".

Menciona Hoyos (2023) que, la correcta gestión de los inventarios de producto terminado puede permitirles a las empresas percibir mejoras como una reducción en las pérdidas, los costos y la integración de nuevas tecnologías. Esto se debe a que la producción es lo que conecta los inventarios de materias primas y los productos o servicios disponibles para la venta.

En la siguiente **Figura 16**, se presenta el registro de inventarios varios, dentro de los cuales se incluye, devoluciones, producto de degustación, producto no conforme y descartes.

**Figura 16**

*Registro de inventarios varios de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A*

Fecha:       Cliente:

Hora:       Motivo:

Factura electrónica:

**REGISTRO DE INVENTARIOS VARIOS**

 Fecha:       Cliente:

Hora:       Motivo:

Factura electrónica:

Línea de producto	Lote	Unidades	Observación

Línea de producto	Lote	Unidades	Observación

El registro de inventarios varios se realiza a través de esta ventanilla que permite al usuario registrar devoluciones, producto no conforme, descartes y producto de degustación, todos estos inventarios varios conforman parte de las diferentes situaciones que presenta la empresa extraordinariamente, es decir, no conforman parte de sus procesos con regularidad y forman parte de las entradas y salidas de la empresa, conforme a lo que indica Chávez et al., (2019). La consideración de esto inventarios es esencial tanto a nivel contable como para temas de calidad e inocuidad alimentaria.

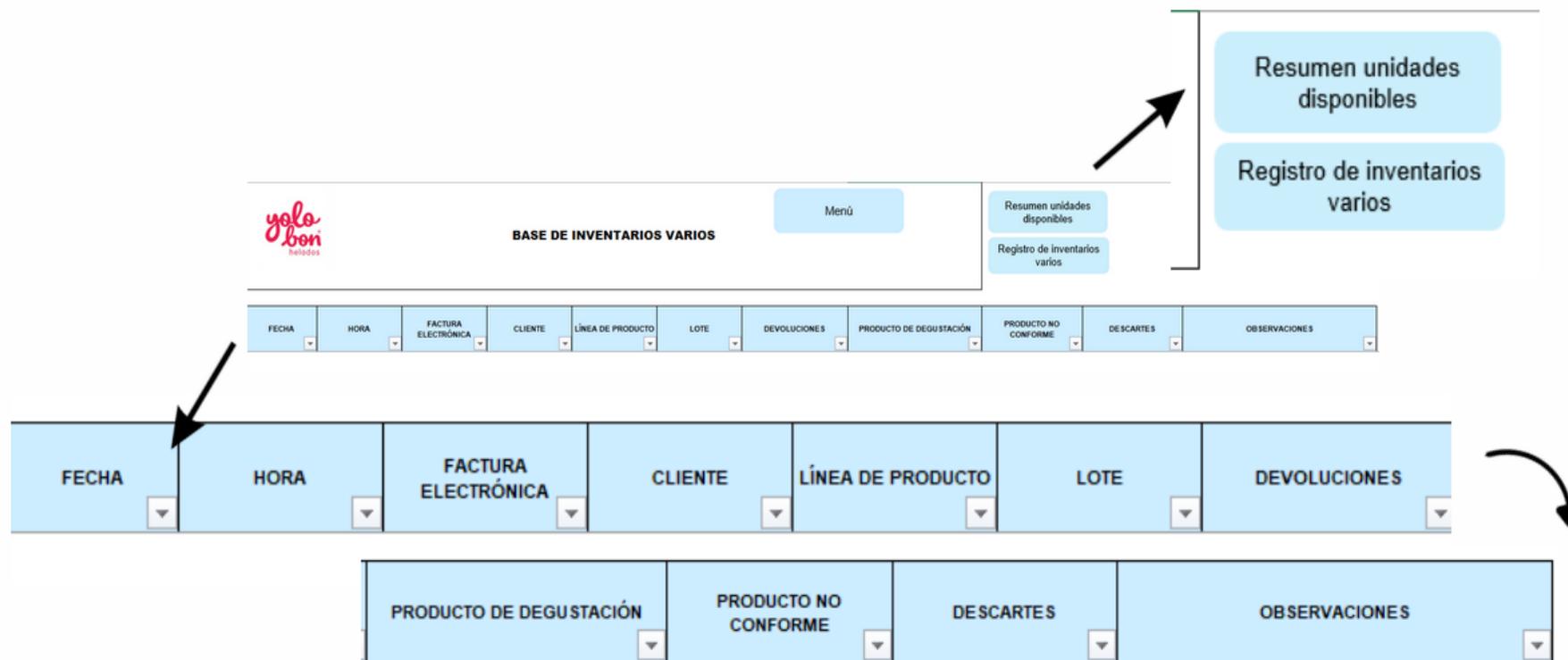
Se cuenta con las casillas para el ingreso de fecha, hora, factura electrónica, cliente mismas que no son de llenado obligatorio ya que dependerán del tipo de inventario, mismo que se debe especificar de manera obligatoria en la casilla de “Motivo”. Se presenta también, el ingreso de línea de producto, lote y unidades, con la particularidad de que se cuenta con la columna observación, para poder especificar los motivos por los cuales se generaron estos inventarios varios.

Además, esta sección cuenta con el botón “Guardar”, el cual permite que los datos se almacenen de manera automática dentro de la base de datos correspondiente. También, se cuenta con el botón de “Borrar”, el cual elimina el contenido de las casillas dentro de la ventanilla. Por otra parte, se cuenta con los botones de “Menú”, “Base de datos de inventarios varios”, los cuales pueden ser utilizados por el usuario para dirigirse a estas secciones dentro la herramienta.

En la siguiente **Figura 17**, se presenta la base de datos de inventarios varios, mediante la cual se permite conocer las unidades disponibles para la venta.

**Figura 17**

*Base de datos de inventarios varios de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A*

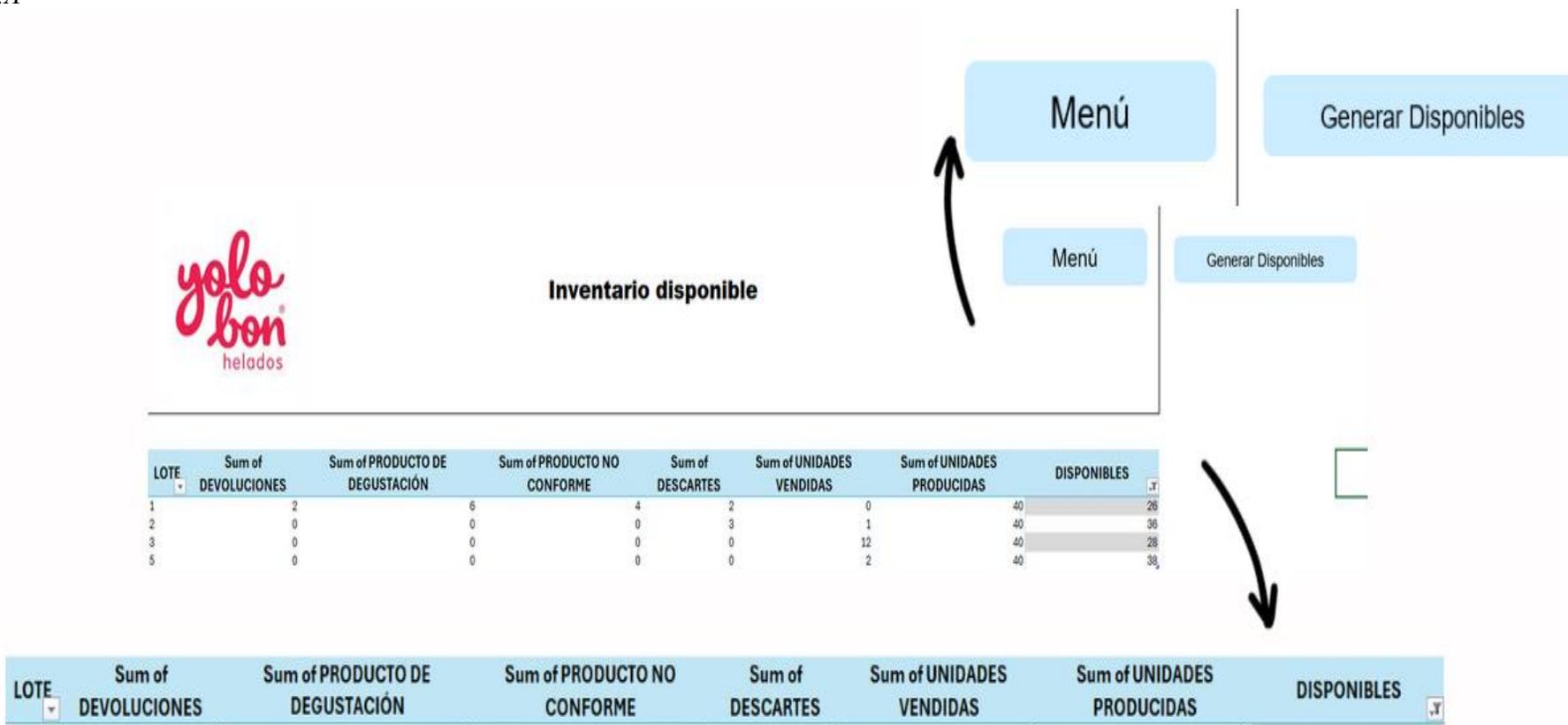


Esta sección solo es accesible a través del botón "Base de datos ventas" y no se puede ingresar desde el menú principal, con el fin de evitar modificaciones no autorizadas en esta ventanilla. La base de datos tiene una columna para cada campo presente en el registro de unidades varias. No obstante, a diferencia de las otras bases de datos, esta ventanilla extrae las unidades producidas, menos las unidades vendidas, más las devoluciones, para la obtención de las unidades disponibles para la venta en el cuarto frío. Además, contiene un enlace directo al menú principal mediante el botón "Menú" y al resumen de unidades disponibles.

En la **Figura 18**, se presenta el resumen “Unidades disponibles de producto terminado”, mediante la cual se permite conocer las unidades disponibles para la venta únicamente.

**Figura 18**

*Unidades disponibles de producto terminado de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A*



Se identificó que la causa raíz del problema de la gestión de inventarios en la empresa Alimentos Cool S.A, es el desconocimiento de las unidades de producto terminado disponibles para la venta, tal y como fue mencionado por Bonilla (2019), el efecto más común a raíz de esto es el inventario insuficiente en stock para poder cumplir con la demanda de los productos. Con lo cual la herramienta permitirá que el usuario pueda visualizar a modo de resumen las unidades físicas dentro del cuarto frío.

Para que esta sección funcione, principalmente será necesario que haya una persona con la disponibilidad de alimentar la herramienta constantemente. Esta ventanilla extrae las unidades disponibles de la base de datos de inventarios varios, con la singularidad de que cuando la herramienta detecta que un lote cayó en 0, ya no será posible visualizar dicho lote dentro de esta ventanilla.

En la **Figura 19**, se presenta la ventanilla de trazabilidad del inventario.

### Figura 19

*Trazabilidad del inventario de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A*



## Trazabilidad inventario vendido

FECHA	HORA	CLIENTE	FACTURA ELECTRÓNICA	LÍNEA DE PRODUCTO	LOTE	UNIDADES VENDIDAS
13/5/2024	12:00:00	Automercado		655 Mucho Coco Keto 60 G	5	2
13/5/2024	12:00:00	Automercado		655 Mucho Coco Keto 60 G	4	40

La sección de trazabilidad funciona como un apoyo para la consulta de los datos, el usuario podrá ingresar la factura electrónica, lote, cliente, fecha o línea de producto y extraer la información correspondiente de la “Base de datos de ventas”, es decir, no presenta la información correspondiente a los registros de producción ni al registro de inventarios varios. Eso se debe a que la sección de trazabilidad pretende ubicar el producto cuando se retire de la empresa con mayor facilidad y sin manipular la base de datos de ventas, lo que puede afectar la programación de la herramienta.

Se consideró importante que dentro del formulario se tuviera una sección única para los clientes, la cual se denomina como “Listado de clientes”, en la cual, se presenta el nombre del cliente, contacto del encargado, puesto, información del contacto. Además, al ser una empresa de industria alimentaria, se considera importante que para cada empresa exista contacto con el encargado del departamento de

calidad, si es necesario en algún momento. Además, se incluye una columna de especificaciones, ya que la mayoría de los clientes requiere variación en la preparación o entrega de los productos. El listado se presenta en la siguiente Figura.

**Figura 20**

*Listado de clientes de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A*

Cliente	Contacto ventas	Puesto	Correo	Teléfono	Contacto calidad	Correo2	Teléfono2	Especificación

Menú

Para el funcionamiento de la herramienta, se cuenta con una sección de origen de datos, en la que la empresa podrá ingresar nuevas variables para el uso de la herramienta, como líneas de productos y personal, excepto inventarios varios. El objetivo principal en esta sección es que los contenidos de las tablas no tengan que digitarse en ninguna sección de la herramienta y puedan ser seleccionados de una lista desplegable, validando datos en Excel. El origen de datos se muestra en la **Figura 21**.

**Figura 21**

*Origen de datos de la herramienta para la administración del inventario en la empresa Alimentos Cool S.A*



Menú

Línea de producto	Personal	Inventarios Varios
Pura Fresa 67 G	Susana Quintero	Devolución
Pura Fresa 62 G	Efrén Bonilla	Producto no conforme
Frutas Mix 6 Pack 372 G	Carlos Berbecia	Descartes
Frutas Mix S/Azúcar 6 Pack 364 G	Jefferson Murillo	Producto degustación
Mango Maracuyá 67 G	Bryan Acuña	
Mango Maracuyá S/Azúcar 60 G		
Mucho Coco S/Azúcar 60 G		
Mucho Coco Keto 60 G		
Mucho Coco Keto 6 pack 360 G		
Coco Bombom Keto 82 G		
Choco Almendra Keto 82 G		
Choco Almendra S/Azúcar 82 G		
Choco Choco Keto 78 G		
Choco Coco S/Azúcar 78 G		
Choco Choco Keto 4 pack 312 G		
Choco Mix S/Azúcar 4 pack 316 G		

En la **Figura 22** se presenta la ventanilla de “Registro On Time In Full.

### Figura 22

*Registro OTIF de la herramienta para la administración de inventarios en la empresa Alimentos Cool SA*

Cliente	Día de pedido	Cantidad solicitada	Cantidad entregada	Fecha de entrega inicial	Fecha fin de la entrega

El registro On Time In Full, se realiza a través de esta ventanilla que permite al usuario registrar las especificaciones de entrega de los pedidos, es decir, se indica la fecha de recepción del pedido, la fecha esperada de entrega, la fecha real de entrega y las cantidades que se entregan al cliente en las fechas correspondientes. Además, permite desplegar más filas, permitiendo registrar pedidos que se hayan entregado en distintos tractos, lo cual favorece el cálculo del indicador OTIF.

Además, esta sección cuenta con el botón “Guardar”, el cual permite que los datos se almacenen de manera automática dentro de la base de datos correspondiente. También, se cuenta con el botón de “Borrar”, el cual elimina el contenido de las casillas dentro de la ventanilla. Por otra parte, se cuenta con los botones de “Menú”, “OTIF Cálculo” y “Origen de datos”, los cuales pueden ser utilizados por el usuario para dirigirse a estas secciones dentro la herramienta.

En la **Figura 23**, se presenta la base de datos y hoja de cálculo correspondiente para el cálculo del OTIF.

**Figura 23**

*Base de datos OTIF de la herramienta para la administración de inventarios en la empresa Alimentos Cool SA*

Client	Día de pedido	Cantidad solicitud	Cantidad entregada	Fecha de entrega inicial	Fecha fin de la entrega	In Full	On Time	On Time 2
P001	27/02/2024	42	42	13/2024	13/2024	Cumple	Cumple	42

Esta sección solo es accesible a través del botón "OTIF Cálculo" y no se puede ingresar desde el menú principal, con el fin de evitar modificaciones no autorizadas en esta ventanilla. La base de datos tiene una columna para cada campo del registro OTIF. Además, contiene un enlace directo al menú principal mediante el botón "Menú".

La **Figura 24** se presenta la hoja de cálculo compuesta por tablas dinámicas para el cálculo del OTIF.

**Figura 24**

*Cálculo OTIF de la herramienta para la administración de inventarios en la empresa Alimentos Cool SA*

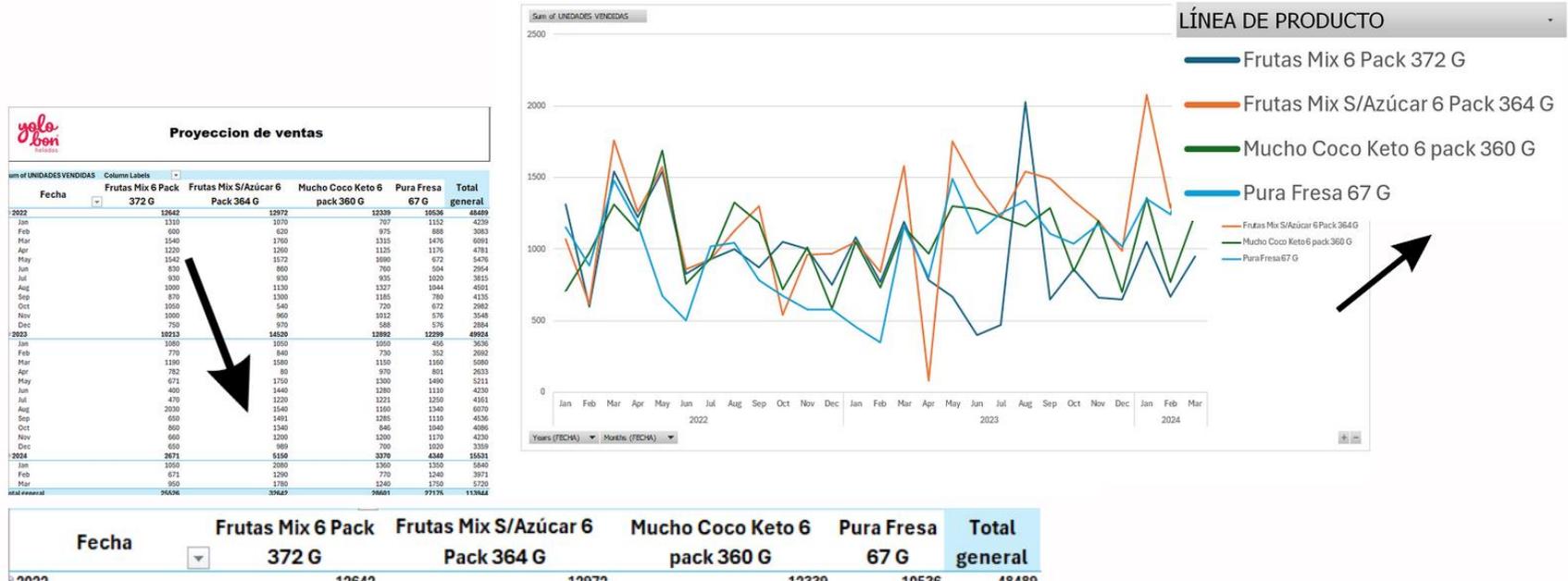
IN FULL			ON TIME			OTIF
86,96%			72,49%			79,73%
Cod Client	Cant solicitada	Cant entregada	Cod_Client	Canti entregada	Entrega a tiempo	
P001	42	42	P001	42	42	
P011	42	42	P002	190	190	
P002	190	190	P003	114	28	
P031	6	6	P004	96	57	
P003	178	114	P011	42	0	
P021	31	31	P013	22	22	
P004	135	96	P014	56	56	
P013	22	22	P021	31	31	
P041	3	3	P022	22	0	
P042	4	4	P031	6	6	
P043	5	5	P041	3	3	
P014	56	56	P042	4	4	
P022	22	22	P043	5	5	
P051	42	42	P051	42	42	
P061	12	12	P061	12	12	
<b>Total general</b>	<b>790</b>	<b>687</b>	<b>Total general</b>	<b>687</b>	<b>498</b>	

Esta es una ventanilla del programa basada en los valores de la base de datos del OTIF, al estar programada no se necesita modificar más. El On Time In Full funciona como un indicador de rendimiento para las empresas, dicho indicador permite visualizar la capacidad que tiene la empresa para entregar un pedido en su totalidad mediante el análisis In Full. Además, se realiza una comparación entre la fecha de entrega en la cual se tiene destinada la entrega del producto, con la fecha en la cual se realizó verdaderamente la entrega y se puede visualizar mediante el On Time.

En la Figura 25 se presenta la ventanilla de la proyección de ventas.

**Figura 25**

*Hoja proyección de ventas de la herramienta para la administración de inventarios en la empresa Alimentos Cool SA*



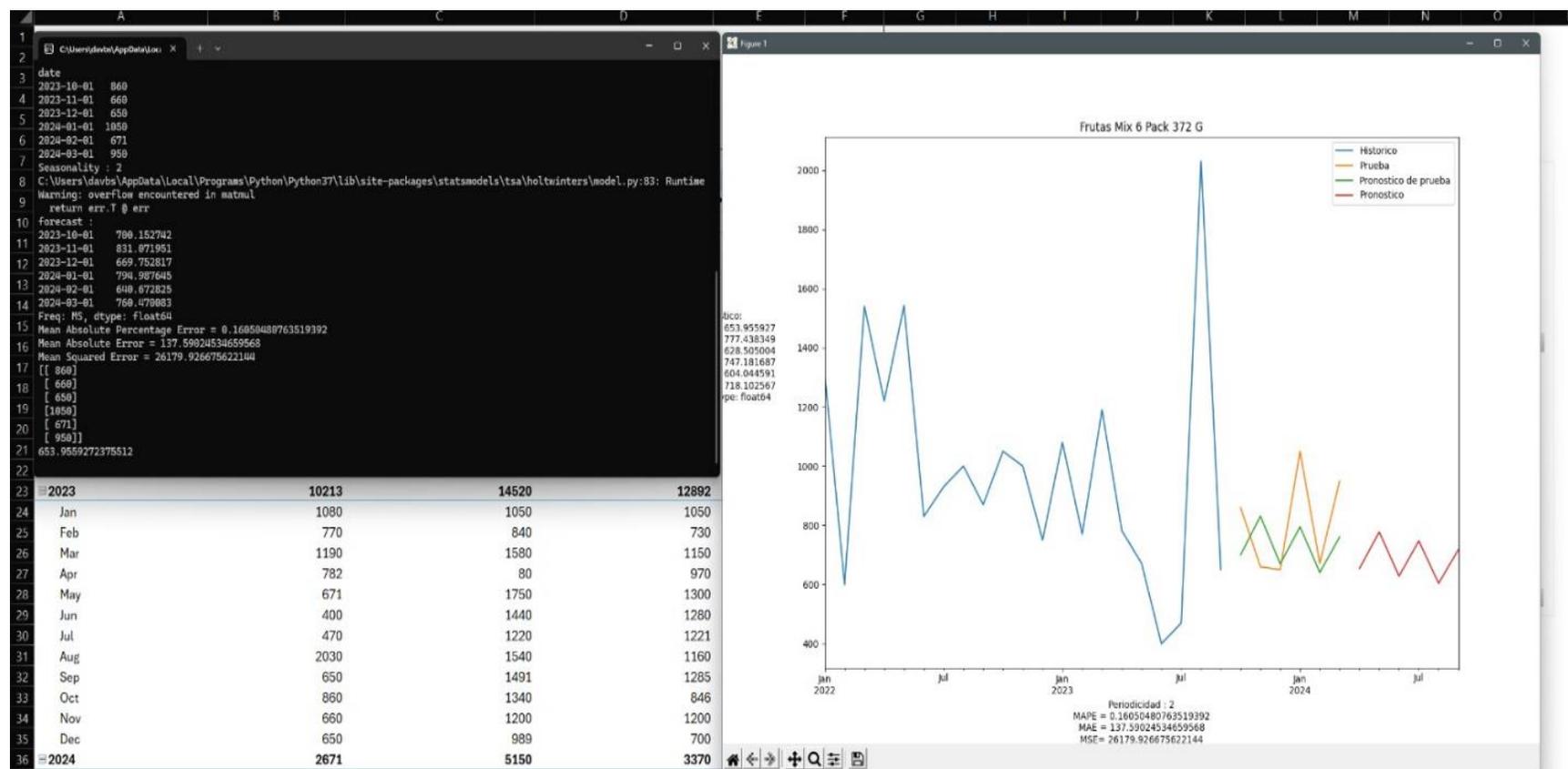
La ventanilla de proyección de ventas consiste en dos partes fundamentales para la elaboración del pronóstico de ventas por medio del modelo Holt-Winters. Se cuenta con una tabla dinámica que, al actualizarse manualmente, permite la agrupación de las unidades vendidas por mes y año, con lo cual la empresa puede analizar la información a modo de resumen. Además, se integra un gráfico lineal con el que la empresa puede visualizar mejor el comportamiento de sus productos en los periodos.

Por otra parte, se cuenta con el botón “Menú” y con el botón de “Generar pronóstico” siendo este botón el enlace por el lenguaje de programación Python, mediante el cual se genera de manera automatizada el pronóstico de ventas, tal y como se puede observar en la **Figura 26**. Las bibliotecas utilizadas para realizar la programación de Python se pueden visualizar en el **Anexo 1**.

En la **Figura 26** se puede visualizar la generación del pronóstico de ventas dentro de la herramienta.

**Figura 26**

*Proyección de ventas por medio del lenguaje de programación Python*



Una ventanilla al lado izquierdo indica al usuario las especificaciones del pronóstico como periodicidad, fechas y unidades de ventas consideradas dentro del pronóstico y las unidades proyectadas, según se observa en la Figura 27. Al lado derecho de la pantalla, el usuario podrá visualizar fácilmente la proyección de ventas, tanto las unidades proyectadas como los indicadores de error. Esta ventanilla se puede observar de forma más detallada en la Figura 28.

En la **Figura 27** se presenta la ventanilla de los datos de la proyección de ventas por medio de la ventanilla de Python.

### Figura 27

*Lenguaje de programación Python para la proyección de ventas*

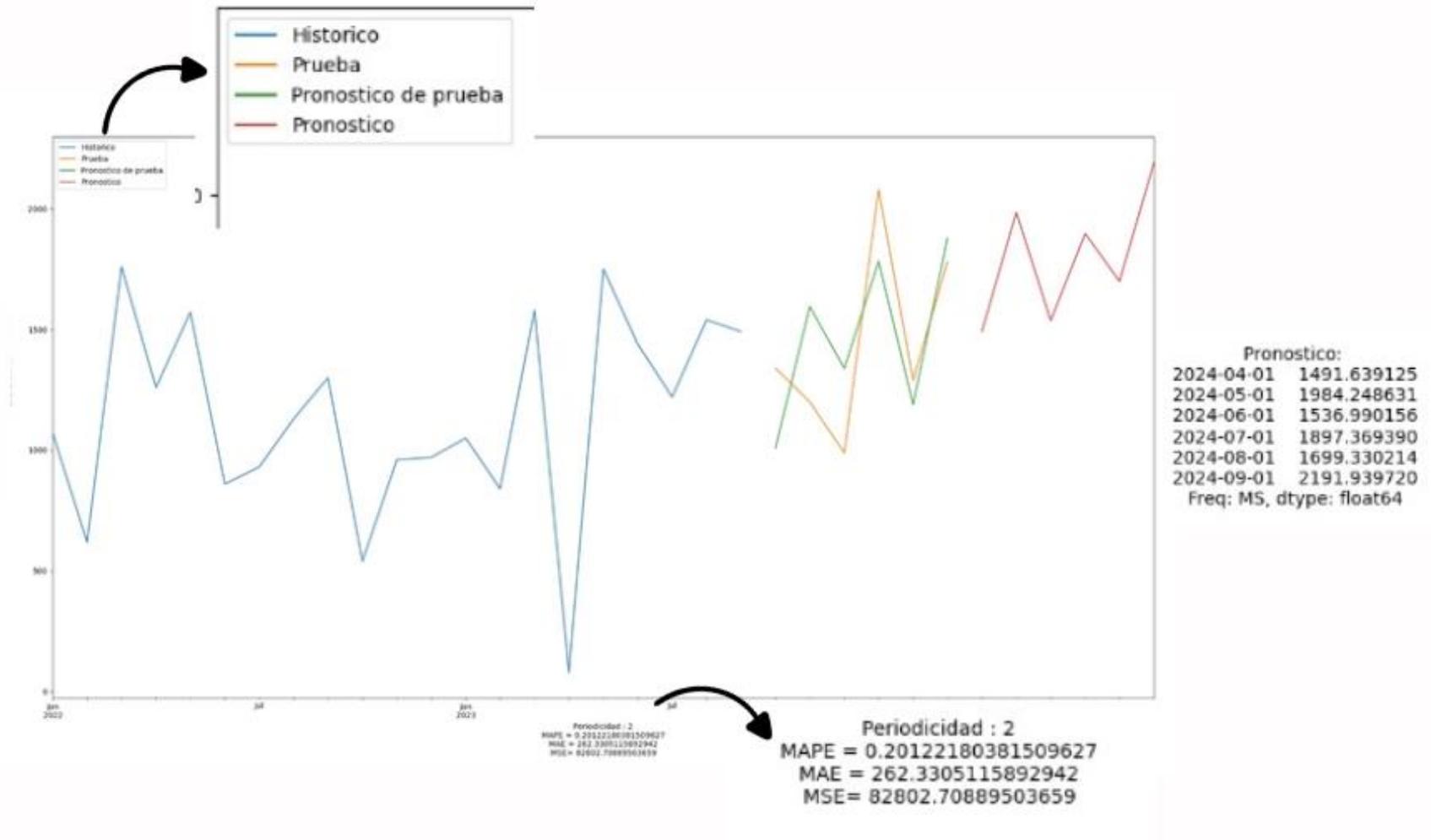
```
1
2 C:\Users\davbs\AppData\Local\Programs\Python\Python37\lib\site-packages\statsmodels\tsa\holtwinters\model.py:83: Runtime
3 date
4 2023-10-01      860
5 2023-11-01      660
6 2023-12-01      650
7 2024-01-01     1050
8 2024-02-01      671
9 2024-03-01      950
10 Seasonality : 2
11 C:\Users\davbs\AppData\Local\Programs\Python\Python37\lib\site-packages\statsmodels\tsa\holtwinters\model.py:83: Runtime
12 Warning: overflow encountered in matmul
13 return err.T @ err
14 forecast :
15 2023-10-01      700.152742
16 2023-11-01      831.071951
17 2023-12-01      669.752817
18 2024-01-01      794.987645
19 2024-02-01      640.672825
20 2024-03-01      760.470083
21 Freq: MS, dtype: float64
22 Mean Absolute Percentage Error = 0.16050480763519392
23 Mean Absolute Error = 137.59024534659568
24 Mean Squared Error = 26179.926675622144
25 [[ 860]
26 [ 660]
27 [ 650]
28 [1050]
29 [ 671]
30 [ 950]]
31 653.9559272375512
32
```

Como se puede visualizar dentro de la programación, se indica en “Seasonality” la periodicidad calculada, es decir, dentro del código de programación se calcula automáticamente la periodicidad recomendada para la generación del pronóstico de ventas. En “Forecast” se pueden visualizar las unidades proyectadas. Además, se presentan los indicadores de error sin abreviatura para evitar la confusión del usuario al interpretar los datos.

Estos datos se trasladan a la ventanilla del gráfico de la proyección de ventas, lo que se presenta a continuación, en la Figura 28.

**Figura 28**

*Gráfico de la proyección de ventas por medio de la aplicación Python*



Dentro de esta ventanilla se presentan los resultados de la proyección de ventas explicados a continuación.

**Histórico:** Corresponde a la función azul dentro del gráfico y corresponde a los históricos de ventas de la empresa.

**Prueba:** Corresponde a la función naranja del gráfico e indica que, en ese periodo, se genera una prueba de pronóstico para disminuir el error dentro del modelo y proyectar las unidades a futuro.

**Pronóstico de prueba:** Corresponde a la función verde dentro del gráfica, los valores correspondientes a esta función son proyecciones que pretenden adaptarse al comportamiento de las unidades dentro del pronóstico para que el usuario pueda visualizar el nivel de confianza del modelo.

**Pronóstico:** Corresponde a las unidades proyectadas por medio del modelo Holt-Winters. El pronóstico también se puede visualizar en la gráfica mediante la función roja.

**Periodicidad:** Indica la periodicidad con la cual se realizó el cálculo del modelo de proyección de ventas.

**MAPE:** Indicador de error que permite conocer el error absoluto medio porcentual del modelo de proyección de ventas.

**MAE:** Indicador de error que permite conocer las unidades correspondientes al error absoluto del modelo de proyección de ventas.

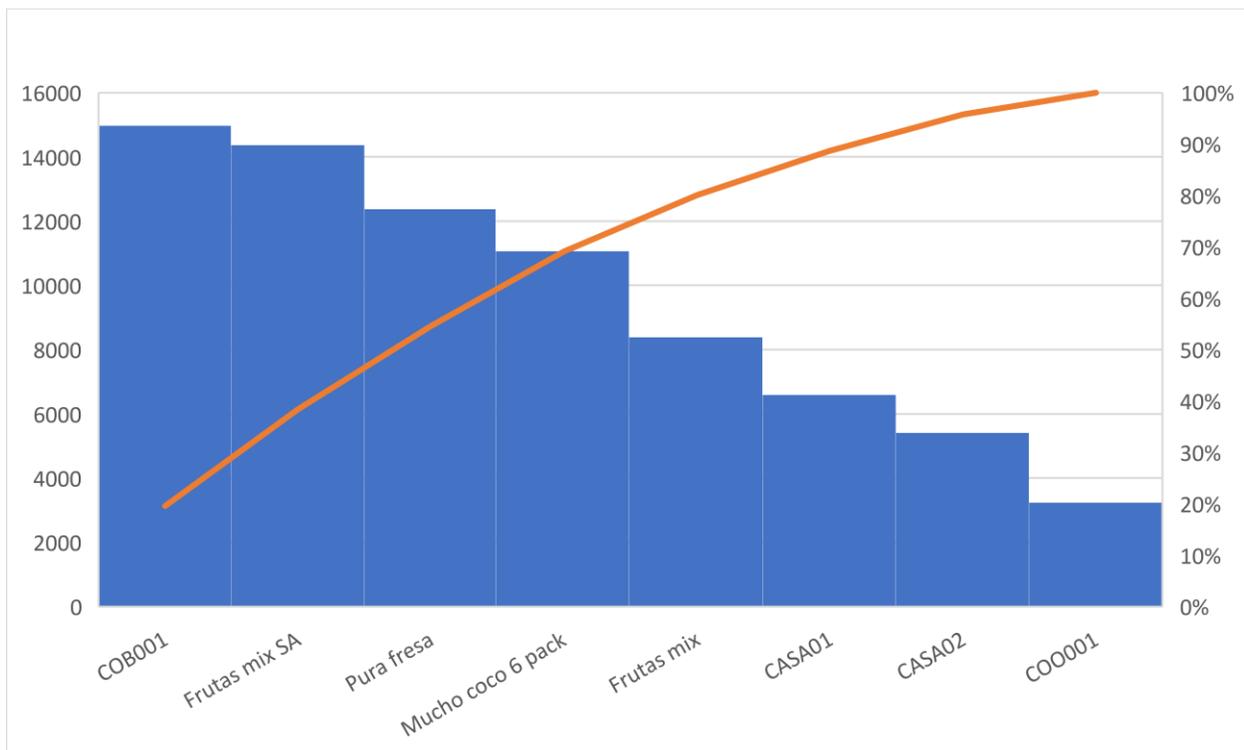
**MSE:** Indicador de error que permite conocer el error cuadrado medio del modelo de proyección de ventas.

### 4.2.3 Pronóstico de ventas

En la **Figura 29** se presenta el resultado del Diagrama Pareto elaborado para la identificación de las principales líneas de rotación dentro de la empresa Alimentos Cool SA. La tabla de valores asociada al Diagrama Pareto presente en la **Figura 29**, se puede visualizar en el **Apéndice 11**.

**Figura 29**

*Diagrama Pareto de las líneas de producto en la empresa Alimentos Cool SA*



La línea de producto COB001 se descarta porque solo tiene 6 meses de estar disponible en el mercado nacional. Con lo cual, las líneas seleccionadas para el desarrollo de la herramienta son Frutas Mix SA 6 pack, Pura Fresa 6 pack, Mucho Coco 6 pack y Frutas Mix 6 pack, las cuales representan casi el 80% de las ventas de la empresa, siendo así el foco principal de sus operaciones y en este caso de gran empleabilidad para las pruebas que se necesiten ejecutar en la herramienta de administración del inventario del producto terminado.

En la **Tabla 6** se presentan los indicadores de error obtenidos como resultado de la aplicación del modelo Holt-Winters para la proyección de ventas de las principales líneas de producto en la empresa Alimentos Cool SA.

**Tabla 6***Indicadores de error de la proyección de ventas por el método Holt-Winters mediante Python*

<b>Línea de producto</b>	<b>Indicadores de error</b>
Frutas Mix SA 6 pack	MAPE: 17,33 %
	MAE: 234,52
	MSE: 73730,34
Frutas Mix 6 pack	MAPE: 16,05 %
	MAE: 137,59
	MSE: 26179,92
Pura Fresa	MAPE: 11,20%
	MAE: 157,29
	MSE: 45233,23
Mucho coco 6 pack	MAPE: 22,15%
	MAE: 182,89
	MSE: 46356,59

Según el análisis de los resultados que se presentan en la **Tabla 6**, se considera que la elaboración de la proyección de ventas con el modelo Holt-Winters mediante el lenguaje de programación Python fue exitoso. En su mayoría los indicadores de error MAPE se encuentran dentro del rango de un buen pronóstico el cual va del 10% al 20%, según indica Raja et al., (2019). Las líneas de producto presentes dentro de este rango corresponden a Frutas Mix SA con un 17,33%, Frutas Mix 16,05% y Pura fresa representando el mejor valor con un 11,20%. Se puede visualizar que la línea de producto Pura Fresa, que presenta un comportamiento más apegado a la estacionalidad que las demás. En cuanto a la línea Mucho coco, se identifica que su MAPE se encuentre dentro del rango de lo aceptable con un 22,15%, siendo la línea que presenta más fluctuaciones dentro de los periodos estimados.

El indicador de error MAE presenta un rango de incertidumbre en las líneas de producto de 137 a 234 unidades, por lo tanto, la empresa deberá valorar si dentro de sus estrategias de producción aplicarán la sobreestimación o subestimación de los datos, por supuesto, esto podrá variar dependiendo de los periodos en los que se encuentren, campañas de mercadeo, penetración de

mercado y demás situaciones tomas de decisiones que esté atravesando la empresa (Hyndman & Athanasopoulos, 2018).

Con respecto al indicador MSE, se consideran los resultados como altos para la línea de producto Frutas Mix SA, esto puede ser el resultado de la presencia de valores atípicos dentro de la base de datos como se puede observar en la **Figura 30** y este indicador tiende a castigar mucho estas situaciones dentro de una proyección (Hyndman & Athanasopoulos, 2018). No obstante, todas las líneas de producto presentaron al menos un valor atípico dentro de las bases de datos, como se podrá observar con más detalle en la siguiente sección del Análisis MiniTap.

El indicador MSE no se puede encasillar en los términos de bueno o malo al ser aplicados dentro de una industria de alimentos. Alimentos Cool SA., es una empresa que se mantiene en constante innovación frente a un mercado con consumidores cada vez más exigentes, con lo cual, un aparte de sus estrategias es la discontinuidad de líneas de productos, o bien, la colocación de nuevos productos o presentaciones en el mercado, con lo cual, pueden estar sujetos a un MSE alto. Los resultados detallados se pueden visualizar en el **Apéndice 12**.

#### 4.2.4 Análisis MiniTap

Se realizó un análisis de la variación de los datos con la aplicación MiniTap, con el propósito de conocer la fiabilidad de los datos, debido a que no se conoce con total exactitud las unidades vendidas de producto. Este estudio permitió identificar los datos que contaban con una mayor desviación y pudieran afectar incrementar el valor de los indicadores de error en el cálculo de la proyección. En las siguientes Figuras se presentan los resultados obtenidos.

En la **Figura 30**, se presenta la gráfica de probabilidad de la línea de producto Frutas Mix SA, la cual cuenta con un valor atípico de 80 unidades vendidas correspondiente al mes de abril de 2023.

**Figura 30**

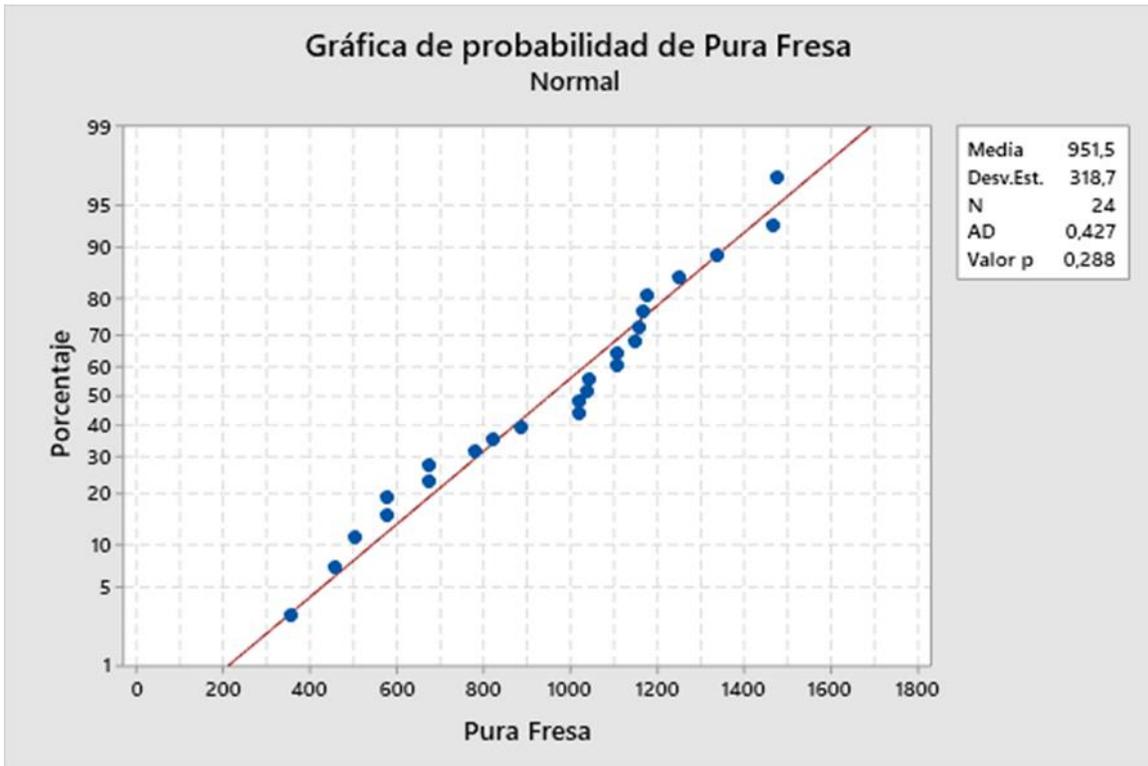
*Gráfica de probabilidad Frutas Mix SA, Alimentos Cool SA*



Se presenta la gráfica de la **Figura 31** la probabilidad de la línea de producto Pura Fresa, que tiene un valor atípico de 1160 unidades vendidas de marzo de 2023 y una desviación estándar de 399,1.

### Figura 31

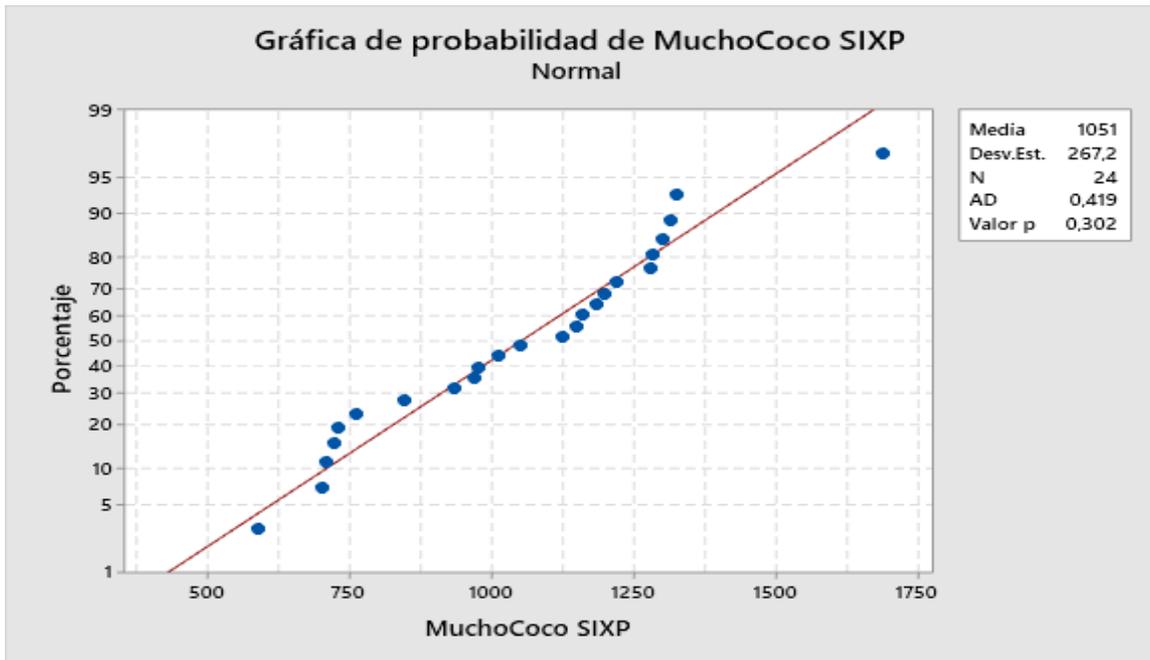
*Gráfica de probabilidad Pura Fresa, Alimentos Cool SA*



En la gráfica de la **Figura 32** se presenta la probabilidad de la línea de producto Mucho Coco 6 pack, que tiene un valor atípico de 1690 unidades vendidas de mayo de 2022 y una desviación estándar de 318,7.

### Figura 32

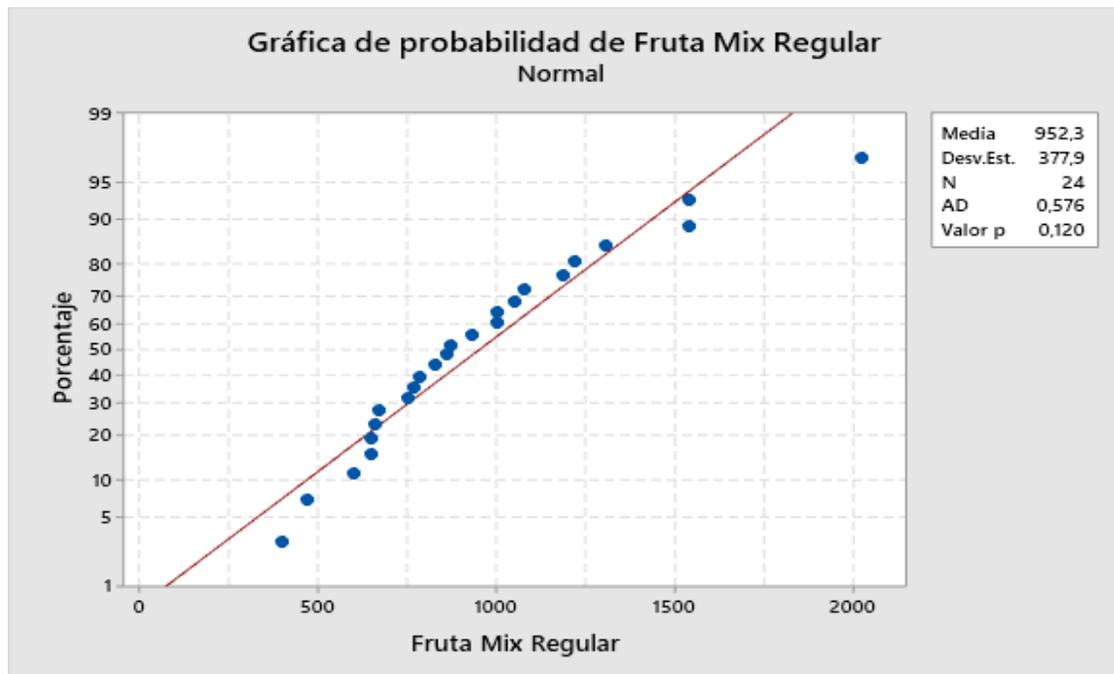
*Gráfica de probabilidad Mucho coco 6 pack, Alimentos Cool SA*



En la **Figura 33**, se presenta la gráfica de probabilidad de la línea de producto Frutas Mix, la cual cuenta con un valor atípico de 2030 unidades vendidas correspondiente al mes agosto de 2023 y 400 unidades vendidas correspondientes al mes junio de 2023 y una desviación estándar de 377,9.

**Figura 33**

*Gráfica de probabilidad Frutas Mix, Alimentos Cool SA*



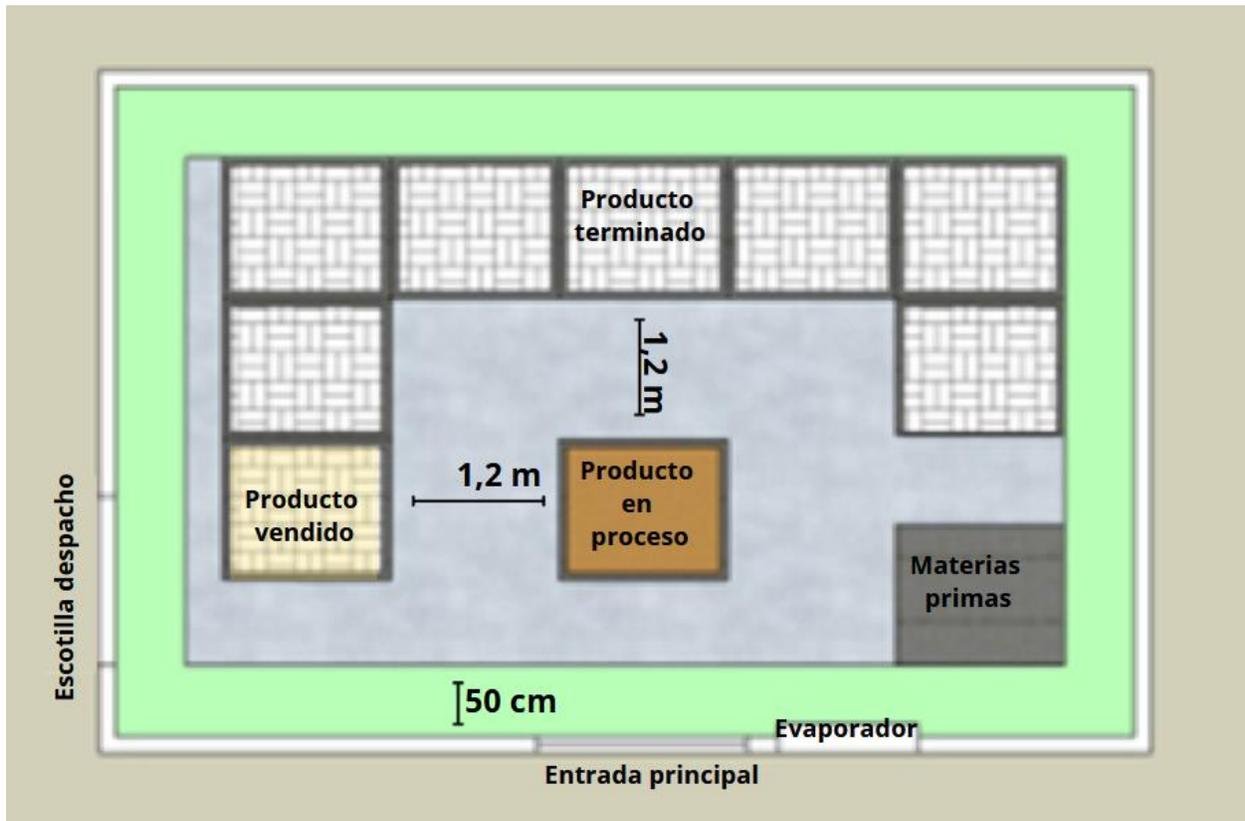
## 4.3 Layout

### 4.3.1 Ordenamiento cuarto frío

En la **Figura 34** se presenta la vista superior del Layout propuesto para el ordenamiento del cuarto frío en la empresa Alimentos Cool SA.

**Figura 34**

*Vista superior propuesta de ordenamiento del cuarto frío*



En la **Figura 35** se presenta la vista lateral del Layout propuesto para el ordenamiento del cuarto frío, con la respectiva leyenda los artículos que lo componen.

**Figura 35**

*Vista lateral izquierda propuesta de ordenamiento del cuarto frío*



Para la elaboración del Layout, se consideró el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) RTCA: 67.01.33.06, en donde se detalla que debe existir un espacio de 50cm libres entre las paredes y cualquier objeto y un espacio de 1,2 m de pasillos en los lugares de almacenamiento, tal y como se puede apreciar en la **Figura 34**.

En la **Figura 35**, se presenta de manera más detallada mediante una leyenda, la composición del Layout. Es importante mencionar que la estimación del área de los embalajes de producto terminado se realizó conforme a las especificaciones de los embalajes reales de la empresa, mismos que se pueden visualizar en el **Apéndice 13**. Además, existe una separación física entre las tarimas de producto terminado, en proceso y materias primas, para evitar una posible contaminación cruzada.

La utilización de herramientas como un Layout, permiten que las empresas puedan implementar estándares dentro de sus espacios de almacenamiento, mismo como el establecimiento de un lugar de almacenamiento específico para cada tipo de inventario, métodos para la rotación de inventario sin el rompimiento del lote, plan maestro de limpieza y demás Chávez, et al. (2019).

En cuanto a la parte técnica relacionada a la instalación de un cuarto frío, en la siguiente Tabla se indican los elementos mínimos requeridos para el establecimiento de un cuarto frío, según lo indica Cifuentes (2019). Además, se indican las dimensiones que fueron tomadas en consideración para el diseño del cuarto frío mostrado en las dos figuras anteriores.

**Tabla 7**

*Requerimientos del cuarto frío para Alimentos Cool SA*

<b>Característica</b>	<b>Especificación</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Cantidad</b>
Caja blanca general	Embalaje final del producto terminado	L=46 cm a=22 cm h=18 cm	70 x tarima
Caja café	Embalaje final del producto terminado	L=30 cm a=30 cm a=20 cm alto	72 x tarima
Pasillos	Espacio por el cual transitan los colaboradores y se movilizan los inventarios.	a=1,2 m	4
Tarima	Separación física del suelo	a= 1m l= 1,2 m	10
Espacios vacíos	Libre tránsito a la escotilla de liberación para el producto terminado. Libre tránsito a la puerta principal del cuarto frío	50 cm de la pared al interior sin obstrucciones.	NA
Evaporador	Se coloca al interior en la pared del cuarto frío, debajo de este no debe haber obstrucciones.	L= 1,45 m a=32 cm h=45 cm	1
Dispositivos de expansión	Sistema de circulación al interior en la pared del cuarto frío.	NA	NA
Condensador	Se instala en el exterior del cuarto frío	NA	1
Compresor	Permite que circule el refrigerante dentro del sistema, se encuentra al exterior del cuarto frío.	NA	1
Refrigerantes y lubricantes	Se mantiene fluyendo durante el funcionamiento del equipo	NA	NA
Iluminación	Deberá estar apagado mientras no haya personal en el cuarto frío	NA	NA
Dispositivo de salida	Dispositivo de salida a presión al lado interno de la puerta del cuarto frío	NA	1

### 4.3.2 Capacidad de almacenamiento

Con respecto a la capacidad de almacenamiento, indica Ballou (2004) que se recomienda que las empresas traten de mantener como máximo el 70% de ocupación en sus espacios de almacenamiento para poder tener la capacidad de responder ante una demanda que vaya a amenazar los espacios disponibles.

En cuanto a la Alimentos Cool SA, se tiene la ventaja de que se cuenta con espacios externos de almacenamiento para materias primas y producto terminado. No obstante, en cuanto a producto terminado disponible para la venta, es decir, el inventario que está listo para ser despachado y entregado al cliente, es recomendable que se mantenga dentro del cuarto frío y no se ingrese en estos almacenamientos exteriores, evitando cualquier tipo de contaminación que pueda ocurrir.

En la **Tabla 8** se muestra la capacidad de almacenamiento del cuarto frío.

**Tabla 8**

*Capacidad de almacenamiento al 100% y al 70% en el cuarto frío de Alimentos Cool SA*

<b>Embalaje</b>		<b>Capacidad 100%</b>	<b>Capacidad 70%</b>
Producto terminado y producto vendido (10 tarimas disponibles)	Caja café	28 800	20 160
	Caja blanca general	42 000 - 33 600	29 400 - 23 520
Producto terminado, producto vendido y materias primas (9 tarimas disponibles)	Caja café	25 920	18 144
	Caja blanca general	37 800 - 30 240	26 460- 21 168
Producto terminado, materias primas y producto en proceso y producto vendido (8 tarimas disponibles)	Caja café	23 040	16 128
	Caja blanca general	33 600 - 26 880	23 520 - 18 816

Según se observa en la **Tabla 8**, se indica la capacidad de almacenamiento de la empresa según el uso que se le de al cuarto frío. Actualmente, se tienen designadas 8 tarimas para el producto

terminado, 1 para el producto en proceso y otra para las materias primas. No obstante, para el cálculo de capacidad, se decidió que la empresa pudiera visualizar la capacidad de 9 y 10 tarimas para el almacenamiento de producto terminado, en caso de que lo consideren necesario en algún momento.

Tal y como se puede observar en la **Tabla 8** la empresa cuenta con distintos tipos de embalajes, con respecto al empaque terciario “Caja blanca general” varía el tipo de almacenamiento entre empaque secundario 6 pack y 4 pack, con lo cual su capacidad de almacenamiento máxima varía entre las 42 000 y 33 600 unidades de paletas. Con lo cual, la empresa deberá considerar como su máximo almacenamiento recomendado el almacenamiento de 29 400 a 23 520 unidades de paletas de producto terminado.

Con respecto a la empaque terciario “Caja café”, la capacidad de almacenamiento al 100% de la capacidad es de 28 800 unidades y al 70% de capacidad es de 20 160 unidades de paletas. Es importante mencionar que ambos tipos de empaques terciarios, es decir, la “Caja blanca general” y la “Caja café” se utilizan al mismo tiempo dentro de la bodega según los requerimientos del cliente, por lo tanto, esta capacidad va a variar según dichas especificaciones de pedido.

Si la empresa pretende utilizar una proyección de ventas para la toma de decisiones en cuanto de producción y stock de reserva, se considera que estos modelos estadísticos son beneficiosos para porque pueden conocer sus productos de baja, media, alta rotación y sus posibles demandas futura. Con lo cual, la determinación de la capacidad de sus espacios de almacenamiento es fundamental, según indica Willches (2023).

## Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

Se identificaron tres principales áreas de mejora en la gestión de inventarios de Alimentos Cool S.A.: la organización del flujo de procesos, la capacitación del personal y la implementación de un sistema de inventario digital.

El Diagrama de Ishikawa reveló que los principales factores que contribuyen a la mala administración en el cuarto frío son: desconocimiento de las unidades de producto terminado, falta de gestión del inventario, retrasos en la operación, falta de capacitación al personal, producto exposición a ambientes contaminados, inventario limitado, ausencia de un programa de mantenimiento preventivo en el equipo que conllevan a producción incompleta y posteriores trabajos adicionales.

La causa raíz de los problemas de inventario fue la falta de un registro preciso de las unidades de producto terminado en el cuarto frío, exacerbado por una gestión inadecuada del inventario por parte del personal.

El rendimiento OTIF actual (72.49% pedidos completos, 86.96% entregas a tiempo, 79.73% rendimiento general) es bueno, pero se propone alcanzar una meta de al menos 80% en todos los indicadores dentro de los próximos seis meses mediante la implementación de mejoras específicas en la gestión de inventarios.

Con respecto a la construcción de la herramienta para administrar el inventario de producto terminado, se considera que los registros elaborados de ventas, producción e inventarios varios permiten trazar el recorrido del producto terminado a lo interno y externo de la empresa, beneficioso en temas de calidad e inocuidad alimentaria. Además de permitir visualizar en tiempo real las unidades disponibles para la venta presentes en el cuarto frío.

La inclusión de proyecciones de ventas dentro de la herramienta realizada permitirá anticipar la demanda futura y optimizar el stock de reserva para garantizar la disponibilidad de productos.

Se determinó que las líneas de mayor rotación son, Frutas Mix SA, Pura Fresa, Mucho Coco y Frutas Mix regular para las cuales se estimó el indicador MAPE de 17.32%, 11.20%, 22.15% y

16.05% y un MAE de 234.51, 157.29, 182.88, 137.59 correspondientemente. Con lo cual se consideran valores buenos según el Modelo de proyección Holt-Winters y se considera la programación Python como confiable.

Se elaboró un Layout propuesto que le permitirá a la empresa realizar un alistado de pedidos más eficiente, al establecer un espacio único para el producto terminado, el producto en proceso y las materias primas, conforme al cumplimiento de las normativas de BPM, considerando el espacio entre pared y objetos y el espacio de pasillo, lo cual facilitará procesos de limpieza en el cuarto frío y la visualización de los inventarios.

Se estima que para asegurar una rotación eficiente del inventario y minimizar el riesgo de desperdicio por expiración, la capacidad de almacenamiento recomendada debe oscilar entre 16,128 y 29,400 unidades (70% de la capacidad máxima).

## 5.2 Recomendaciones

Es necesario que la empresa estandarice sus procesos de gestión de inventarios integrando el Layout del cuarto frío propuesto en este trabajo. Esto les permitirá maximizar el uso del espacio disponible, acceder a los inventarios y realizar correctamente los procesos de rotación. Este proceso se debe realizar mediante el establecimiento de especificaciones para el control del inventario, capacitaciones al personal, establecer periodos de auditoría y constante identificación de áreas de mejora.

Algunas de las especificaciones para el manejo del inventario que se podrían incluir son: rotulación de las áreas del cuarto frío, incluidas las líneas de producto, tipos de embalaje, alérgenos, tipos de inventario, entre otros. Para facilitar la metodología de inventarios PEPS, la empresa puede colocar los lotes más antiguos arriba a la derecha, siendo así las primeras cajas que se seleccione para el alistado de pedidos, estandarizando el alistado de pedidos. Además, mediante este acomodo de cajas se encuentra direccionado hacia la escotilla de despacho.

La empresa debe establecer plan anual de capacitaciones, en el cual se consideren conceptos apropiados para el buen desarrollo de una industria alimentaria con temas como, calidad e inocuidad alimentaria, buenas prácticas de manufactura, uso de equipos, maquinarias y demás temáticas relacionadas a las labores rutinarias. Por otra parte, en este plan se deberán incluir las capacitaciones correspondientes al uso de la herramienta para la administración del inventario y otra capacitación para la comprensión del Layout propuesto, en caso de que ambas se implementen.

Dentro de los planes anuales de control, es esencial incorporar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos y maquinarias que se encuentren en uso constante. Para definir los periodos de mantenimiento de cada equipo, se puede consultar la ficha técnica, o bien, al proveedor.

Se recomienda la integración de la herramienta para la administración del inventario dentro de las operaciones de la empresa, para promover una gestión más eficiente. Se considera importante que como mínimo se definan dos colaboradores que puedan ser usuarios de dicha herramienta y reciban la capacitación correspondiente. Esto se debe a que para que la herramienta funcione, se debe

actualizar cada día de operación, con lo cual, ambos colaboradores se pueden dividir las responsabilidades asociadas a su manejo.

Para iniciar con la herramienta, se recomienda trabajar sobre una copia, para no dañar el archivo original, en especial durante el periodo de aprendizaje. La empresa deberá establecer periodos en los que comienzan a trabajar sobre una nueva copia de la herramienta, esto se debe a que Excel tiene un límite de almacenamiento y en cuanto más grandes sean las bases de datos, se vuelve más lento su funcionamiento. El periodo podría ser de un año y si la empresa lo considera conveniente, de 6 meses, el proceso correspondiente para realizar este cambio de archivo está en el Manual de Usuario.

En cuanto a la proyección de ventas, se recomienda actualizar la tabla dinámica solo cuando se ingresen los datos de un mes completo de trabajo. Esto se debe a que la programación está diseñada para la estimación del pronóstico con datos mensuales y al ingresar un mes incompleto dentro de la tabla dinámica se va a inducir una proyección de ventas incorrecta. Consecuentemente, es conveniente que la empresa realice el análisis al finalizar cada mes para cubrir la demanda prevista.

La herramienta está diseñada para que el usuario conozca las unidades disponibles de producto terminado en el cuarto frío en tiempo real, con lo que su uso deberá ser diario. No se recomienda un periodo superior a una semana de trabajo para alimentar los registros correspondientes, caso contrario, la herramienta no será de mayor utilidad.

## Capítulo VI. Bibliografía

### 6.1 Referencias bibliográficas

- Alvarez Risco, A. (2020). *Clasificación de las Investigaciones*. Obtenido de Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas, Carrera Negocios Internacionales: <https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10818/Nota%20Académica%202020%2818.04.2021%29%20-%20Clasificación%20de%20Investigaciones.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Avalos López, C. D. (2021). *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de Vidriera Guatemalteca, S.A., a partir de la etapa de inspección final hasta el despacho de producto terminado al cliente para asegurar que el despacho cumpla con el método PEPS*. Obtenido de UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA: <https://repositorio.uvg.edu.gt/bitstream/handle/123456789/4073/Tesis%20Cristian%20Avalos%20Carnet%2017234.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ballou, R. (2004). Logística, Administración de la cadena de suministro. En R. Ballou, *Logística, Administración de la cadena de suministro* (pág. 505). México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Bonilla Córdova, K. F. (2019). *Implementación de control interno para la gestión de inventarios en una empresa comercial*. Obtenido de Repositorio Institucional PIRHUA: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4304>
- Caballero, L. (2023). *Matplotlib*. Obtenido de Matplotlib: <https://entrenamiento-data-scientist-python.readthedocs.io/leccion4/matplotlib.html>
- Carmona , F., & Reyes, L. (2020). *Investigación Documental*. Obtenido de Universidad Simón Bolívar: <https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/6630/La%20investigación%20documental%20para%20la%20comprensión%20ontológica%20del%20objeto%20de%20estudio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castro, F. T. (2019). *El Pronóstico de ventas en los Negocios*. Obtenido de Universidad Autónoma de Chile: Chile:

[https://repositorio.uautonoma.cl/bitstream/handle/20.500.12728/3192/Pronostico\\_de\\_ventas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uautonoma.cl/bitstream/handle/20.500.12728/3192/Pronostico_de_ventas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CCCR. (2022). *La importancia de las PYMES en Costa Rica*. Obtenido de La importancia de las PYMES en Costa Rica: <https://camara-comercio.com/la-importancia-de-las-pymes-en-costa-rica-2/>

Chapuzas. (2023). *Aplicando la "Transformada de Fourier en Python", con "Numpy"*. Obtenido de El Programador Chapuzas: <https://programacionpython80889555.wordpress.com/2023/12/06/aplicando-la-transformada-de-fourier-en-python-con-numpy/>

Chavez, A., Villugas Calzado, C., & Jhancy, M. (2019). *El método de costeo primeras entradas primeras salidas (PEPS) como herramienta de control de los inventarios de mercaderías en las empresas distribuidoras de materiales de construcción en la Provincia de Tarma, año 2019*. Obtenido de Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1981>

Cifuentes, J. (2019). *PROPUESTA DE DISEÑO DE CUARTO FRÍO EN EL LABORATORIO DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO DEL ITUGS*. Obtenido de UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/14153/1/Luis%20José%20Cifuentes.pdf>

Cordero, C. (2021). *Yolobon, la pyme que se instaló en los supermercados con helados saludables, sin lácteos y sin gluten*. Obtenido de EL FINANCIERO: <https://www.elfinancierocr.com/pymes/historias/yolobon-la-pyme-que-se-instalo-en-los/X2CC6W7XVNFNFGTBLFNELFTD3HZU/story/>

Diego Andrés Carreño Dueñas, L. F. (2019). *Diseño de un sistema para la gestión de inventarios de las pymes en el sector alimentario*. Obtenido de Universidad Nacional Mayor de San Marcos Perú: <https://www.redalyc.org/journal/816/81661270007/81661270007.pdf>

Escamilla-López, M., Tejeda-Castrejón, J., Flores-Castañeda, M., Yáñez-Bra, bila, R., Mejías-Brito, J., & Aguilar.Magaña, H. (2023). *Errores Comunes al Utilizar las 7 Herramientas*

- Básicas de la Calidad*. Obtenido de Conciencia Tecnológica:  
<https://www.redalyc.org/journal/944/94475786007/94475786007.pdf>
- Flores Sánchez, F. (2019). *Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos*. Obtenido de Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2223-25162019000100008](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-25162019000100008)
- Flores, C. (2022). *Optimización de inventarios aplicando Investigación de Operaciones*. Obtenido de Revista de Estadudios en Contaduría, Administración e Informática.: <https://recai.uaemex.mx/article/view/19628/15738>
- Francisco Javier Miranda González, A. C. (2007). *DELTA publicaciones*. Obtenido de Introducción a la gestión de la calidad: [https://www.google.co.cr/books/edition/Introducción\\_a\\_la\\_gestión\\_de\\_la\\_calida/KYSMQQyQAbYC?hl=es&gbpv=1&dq=diagrama+de+flujo+empresas&pg=PA76&printsec=frontcover](https://www.google.co.cr/books/edition/Introducción_a_la_gestión_de_la_calida/KYSMQQyQAbYC?hl=es&gbpv=1&dq=diagrama+de+flujo+empresas&pg=PA76&printsec=frontcover)
- García, Y. H. (2023). *Gestión de inventarios de producto terminado en el área de logística de la empresa industria de alimentos Zenú*. Obtenido de Tecnológico de Antioquia, Institución Universitaria: <https://repositorio.tdea.edu.co/handle/tdea/3381>
- Gonsález, M. E. (2017). *Gestión de inventarios, métodos cuantitativos*. Obtenido de Alpha Editorial: [https://www.google.co.cr/books/edition/Gestión\\_de\\_inventarios/4tavEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=otif+porcentaje&pg=PA208&printsec=frontcover](https://www.google.co.cr/books/edition/Gestión_de_inventarios/4tavEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=otif+porcentaje&pg=PA208&printsec=frontcover)
- Google Maps. (s.f). *Imagen satelital de la ubicación de la empresa Yolobon*. Obtenido de Google Maps: <https://maps.app.goo.gl/9RUCjUGbG14VTSdJA>
- Guelmes Valdés, L. E., & Nieto, L. E. (2015). *Algunas reflexiones sobre el enfoque mixto de la investigación pedagógica en el contexto cubano*. Obtenido de Revista Universidad y Sociedad: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202015000100004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202015000100004)

- Hidalgo, A. (2019). *TECNICAS ESTADISTICAS EN EL ANALISIS CUANTITATIVO DE DATOS*.  
Obtenido de Universidad de nariño:  
<http://funes.uniandes.edu.co/15431/1/Sureda2019Construccion.pdf>
- Hyndman, R., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and Practice, 2nd edition*.  
Melbourne, Australia: OTexts. Obtenido de <https://otexts.com/fpp2/>
- Instituto Guatemalteco de Educación Radiofónica. (2017). *Departamento de Redacción y Diseño del Instituto Guatemalteco de Educación Radiofónica*. Obtenido de Instituto Guatemalteco de Educación Radiofónica:  
[https://www.google.co.cr/books/edition/Organización\\_y\\_Administración\\_1/yf1QDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=que+es+un+organigrama&pg=PA132&printsec=frontcover](https://www.google.co.cr/books/edition/Organización_y_Administración_1/yf1QDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=que+es+un+organigrama&pg=PA132&printsec=frontcover)
- Laura Leonor Mira Segura, A. T. (2018). *APLICACIÓN DE HOLT-WINTERS PARA PRONÓSTICOS DE INVENTARIOS*. Obtenido de Ciencia UANL:  
<https://cienciauanl.uanl.mx/?p=7948>
- Madueño, K. Ú. (2022). *Aplicación de la gestión de inventarios en el área de almacén para la reducción de existencias en una empresa comercializadora de licores, Lima 2022*. Obtenido de Facultad de Ciencias Administrativas y Ciencias Económicas:  
<http://168.121.45.179/bitstream/handle/20.500.11818/7002/TSP%20ARATA%20MADUENO%20KARLA%20URSULA%20RP.pdf?sequence=15&isAllowed=y>
- Martins, Y. M. (2015). *Implantación de un Sistema de Información Contable en una PYME. Automatización de tareas*. Obtenido de Universidad de la Coruña:  
[https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/16371/MinonesMartins\\_Yesica\\_TFG\\_2015\\_01de3.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/16371/MinonesMartins_Yesica_TFG_2015_01de3.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Mejía Vásquez, E., & Gonzales Chávez, S. (2019). *Predicción del consumo de energía eléctrica residencial de la Región Cajamarca mediante modelos Holt -Winters*. Obtenido de Universidad Nacional de Jaén, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Jaén, Cajamarca, Perú. Eléctrica, Jaén, Cajamarca, Perú. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Mecánica, Lima, Perú.:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59012019000300181&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59012019000300181&script=sci_arttext&tlng=en)

- Microsoft. (2013). *Tareas básicas en Excel*. Obtenido de Microsoft: <https://support.microsoft.com/es-es/office/tareas-básicas-en-excel-dc775dd1-fa52-430f-9c3c-d998d1735fca>
- Microsoft, L. (2024). *Documentación de Visual Basic*. Obtenido de Learn. Microsoft: <https://learn.microsoft.com/es-es/dotnet/visual-basic/>
- MONTOYA, D. Á. (2023). *PROCESO DE OPTIMIZACIÓN DEL PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DEL INDICADOR OTIF*. Obtenido de Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria: <https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tdea/3334/PROCESO%20DE%20OPTIMIZACION%20DEL%20PORCENTAJE%20DE%20CUMPLIMIENTO%20DEL%20INDICADOR%20OTIF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Navarrete, E. (2019). *Importancia de la gestión de inventarios en las empresas*. Obtenido de Instituto Superior Tecnológico de Formación Profesional, Administrativa y Comercial: <http://ojs.formacion.edu.ec/index.php/rei/article/view/143/184>
- PACANA, A. (2020). *IMPROVING THE PROCESS OF ANALYSING THE CAUSES OF PROBLEM BY INTEGRATING THE ISHIKAWA DIAGRAM AND FAHP METHOD*. Obtenido de SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE: <https://web-s-ebsohost.com.ezproxy.itcr.ac.cr/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=af77f678-c9ff-404f-a8a1-4c725a608a91%40redis>
- Pérez Bautista, L. F. (2019). *PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE INVENTARIO PARA REDUCIR LOS COSTOS DE ALMACENAMIENTO EN UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS DE CONSUMO MASIVO EN CHICLAYO*. Obtenido de UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, FACULTAD DE INGENIERÍA, ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL: [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2570/1/TL\\_PerezBautistaLuisFernando.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2570/1/TL_PerezBautistaLuisFernando.pdf)
- Python Software Foundation. (2024). *El tutorial de Python*. Obtenido de Python Software Foundation: <https://docs.python.org/es/3/tutorial/>

- Raja, M., Thaha, M., Rajagopalan, L., & Appathurai, K. (2019). *Multimedia Tools and Applications An International Journal*. Obtenido de Springer: <https://link.springer.com/journal/11042>
- Ramírez-Montoya, M., & Múzquiz-Flores, M. (2021). *Mapeo sistemático de la formación de las personas investigadoras como elemento de análisis reflexivo en ambientes formativos educativos (2017-2021)*. Obtenido de Revista Educación vol 46, San Pedro, Montes de Oca: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2215-26442022000200627](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-26442022000200627)
- RTCA. (2006). *Industria de Alimentos y Bebidas procesados. Buenas Prácticas de Manufactura*. Obtenido de Reglamento Técnico Centroamericano: [https://www.comex.go.cr/media/3336/181\\_rtca-anexo-33.pdf](https://www.comex.go.cr/media/3336/181_rtca-anexo-33.pdf)
- Sabando García, Á., & Ugando Peñate, M. (2020). *Modelación productiva y pronósticos de las ventas del cultivo de la pitahaya en Ecuador, Edinson Yasmany Cueva Torres, Antonio Villalón Peñate, Gabriela Estefanía Mendoza Esmeralda, José Elías Arias Minda*. Obtenido de EBSCO host: <https://web-s-ebSCOhost-com.ezproxy.itcr.ac.cr/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=10&sid=af77f678-c9ff-404f-a8a1-4c725a608a91%40redis>
- Salas-Navarro, K., Manguel-Mejía, H., & Acevedo-Chedid, J. (2017). *Metodología de Gestión de Inventarios para determinar los niveles de integración y colaboración en una cadena de suministro*. Obtenido de Ingeniare. Revista chilena de ingeniería: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052017000200326](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052017000200326)
- Sánchez Vargas, D. (2024). *Diseño de un sistema de gestión de Inventarios para la "Electrónica AJ"*. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Técnica de Cotopaxi: <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/12147>
- Scikit-Learn Developers. (2024). *sklearn.metrics.mean\_squared\_error*. Obtenido de Scikit-Learn Developers: [https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.metrics.mean\\_squared\\_error.html](https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.metrics.mean_squared_error.html)

- Sociedad Latinoamericana para la Calidad. (2000). *Cinco Por Qués*. Obtenido de Sociedad Latinoamericana para la Calidad: <http://www.unc.edu.ve/pdf/calidad/Cinco%20Por%20Que.pdf>
- Solís, L. M. (2019). *Profundidad o alcance de los estudios cuantitativos*. Obtenido de <https://investigaliacr.com/investigacion/profundidad-o-alcance-de-los-estudios-cuantitativos/>
- statsmodels. (2023). *statsmodels.tsa.holtwinters.Holt*. Obtenido de statsmodels: <https://www.statsmodels.org/stable/generated/statsmodels.tsa.holtwinters.Holt.html>
- Vázquez, J. E. (2020). “*APLICACIÓN DE MÉTODOS DE PRONÓSTICOS HÍBRIDOS EN BASE A MÉTODOS CLÁSICOS Y DE OPTIMIZACIÓN INTELIGENTE EN PROBLEMAS EMERGENTES TIPO COVID 19*”. Obtenido de INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD MADERO: <https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/941/1/APLICACIÓN%20DE%20MÉTODOS%20DE%20PRONÓSTICOS%20HÍBRIDOS%20EN%20BASE%20A%20MÉTODOS%20CLÁSICOS%20Y%20DE%20OPTIMIZACIÓN%20INTELIGENTE%20EN%20PROBLEMAS%20EMERGENTES%20TIPO%20COVID%2019.pdf>
- Willches, J., Sevilla, J., & Crespo, M. (2023). *Modelo de mejora y gestión de inventarios para una empresa distribuidora de productos de limpieza*. Obtenido de Universidad del Azuay: <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/13420>
- Yesit Jovan Rodríguez Caro, C. K. (2022). *Formación en gestión de inventarios: Un caso de estudio para una empresa de alimentos de la ciudad de Medellín, Colombia*. Obtenido de Institución Universitaria Pascual Bravo de alimentos de la ciudad de Medellín, Colombia: [https://www.researchgate.net/profile/Edgar-Serna-M/publication/366642255\\_Ciencia\\_Transdisciplinar\\_en\\_la\\_Nueva\\_Era/links/63ac479f097c7832ca720c06/Ciencia-Transdisciplinar-en-la-Nueva-Era.pdf#page=492](https://www.researchgate.net/profile/Edgar-Serna-M/publication/366642255_Ciencia_Transdisciplinar_en_la_Nueva_Era/links/63ac479f097c7832ca720c06/Ciencia-Transdisciplinar-en-la-Nueva-Era.pdf#page=492)
- Zapata, J. (2024). *PANDAS - Manipulación de Datos con Python*. Obtenido de José Ricardo Zapata: <https://joserzapata.github.io/courses/python-ciencia-datos/pandas/>

## Capítulo VII. Apéndices y Anexos

### Apéndices

#### Apéndice 1

#### Cronograma de actividades

Se elaboró la proposición de un cronograma de actividades a realizar durante el TFG en la empresa Alimentos Cool SA., dicho cronograma cuenta con una extensión de 6 semanas, correspondientes al periodo lectivo del Tecnológico de Costa Rica para el año 2024. Dicho cronograma, se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 9**

*Cronograma de actividades para el año 2024*

Actividad	Semanas																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Coordinación del TFG con la empresa	█	█	█																	
Entrega Capítulo 1 y 2	█	█																		
Reuniones con los colaboradores de la empresa	█	█	█																	
Recopilación del Diagrama de Flujo de la empresa	█	█	█																	
Recopilación de las ventas históricas de la empresa	█	█	█	█																
Visualización de los procesos de la empresa	█	█	█	█	█															
Recolección de datos para el Diagrama Ishikawa								█	█	█										
Recolección de datos para el Diagrama Pareto								█	█	█										
Recolección de tiempo de entrega								█	█	█										
Ordenamiento de los datos								█	█	█										
Elaboración de los resultados								█	█	█										
Elaboración de la estructura de la herramienta	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█										
Elaboración de la herramienta	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█									
Segundo avance, primera entrega									█											
Observaciones del profesor											█									
Segundo avance, segunda entrega												█								
Tercer avance, primera entrega													█							
Observaciones del profesor														█						
Tercer avance, segunda entrega															█					
Revisión integral del documento																█				
Informe final																	█			
Defensa del TFG																		█		
Entrega actas																			█	

## Apéndice 2

### Factores que podrían condicionar el desarrollo del Trabajo Final de Graduación

Es necesaria la realización de un análisis de viabilidad que se puedan presentar durante la elaboración del proyecto en la empresa Alimentos Cool SA., debido a esto, en la siguiente tabla se presenta un análisis de limitaciones que se puedan presentar y el debido plan de mitigación.

**Tabla 10**

*Posibles limitaciones del proyecto y su respectiva mitigación*

Limitación	Mitigación
Limitaciones de tiempo	La estudiante presenta una carga académica de 6 créditos que equivalen a 13 horas semanales durante el desarrollo del trabajo, también, tiene un trabajo de medio tiempo que consumo alrededor de 28 horas semanales.
Ubicación de la empresa	La empresa está en Santo Domingo de Heredia, el estudiante se debe trasladar desde Curridabat, por lo que se consultó a la empresa para sufragar algunos gastos y colaborar con viáticos para el transporte y la alimentación cuando se requiera visitar las instalaciones de la empresa.

### Apéndice 3

Se indica el presupuesto para la determinación de la viabilidad del proyecto, mediante la estimación de un monto mínimo del costo que conllevará la realización del Trabajo Final de Graduación. En la siguiente tabla se presenta un desglose de los gastos conforme con las actividades dispuestas en el cronograma anterior.

**Tabla 11**

*Gastos correspondientes para la elaboración del TFG*

<b>Gastos</b>	<b>Semana 1</b>	<b>Semana 2</b>	<b>Semana 3</b>	<b>Semana 4</b>	<b>Semana 5</b>	<b>Semana 6</b>
<b>Viáticos</b>						
Transporte	¢3,000.00	¢3,000.00	¢3,000.00	¢3,000.00		
Alimentación	¢2,500.00	¢2,500.00	¢5,000.00	¢2,500.00		

Los gastos correspondientes a los viáticos corresponden a las visitas a la empresa Alimentos Cool SA., para la toma de datos correspondientes a la elaboración de los pronósticos y el Layout, se estiman una visita por semana durante las primeras 4 semanas del proyecto.

Además, la empresa está dispuesta a pagar viáticos por 5,000.00 colones por 4 horas y 10,000.00 colones por más de 4 horas, durante cada una de las visitas a la empresa. Los gastos restantes, como la asesoría de programas de diseño, serán asumidos por el estudiante.

## Apéndice 4

Se presentan las preguntas que se utilizaron como base para realizar la entrevista no estructurada a los colaboradores de Alimentos Cool SA.

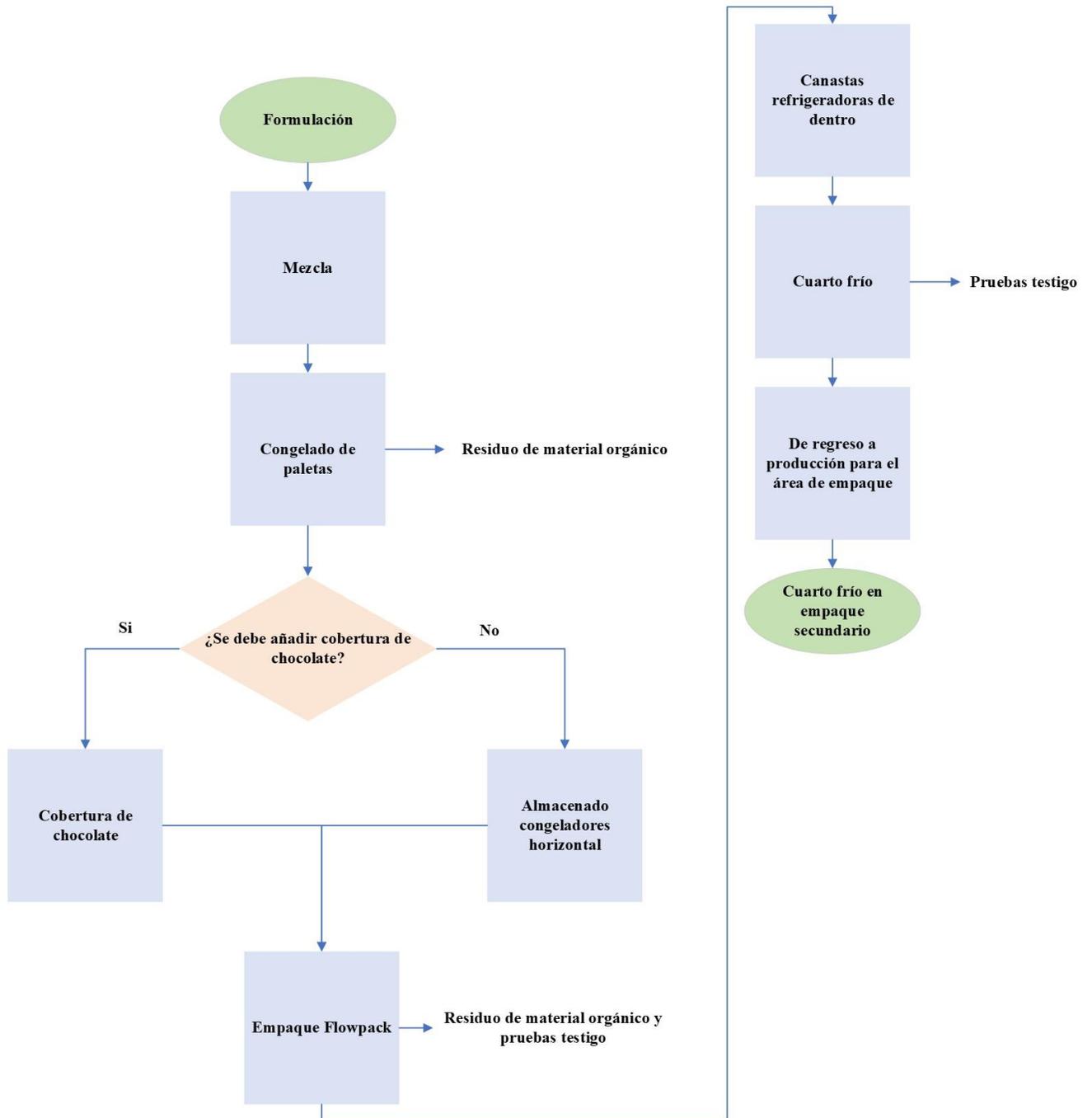
1. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en la empresa?
2. ¿Cómo fue su proceso de aprendizaje?
3. ¿Cuál es su puesto de trabajo?
4. ¿Cuáles son las responsabilidades principales de su puesto de trabajo?
5. Después de que las paletas están congeladas, ¿cuáles son las etapas clave en el proceso de producción?
6. ¿Qué tipo de equipo de almacenamiento utilizan en cada etapa?
7. ¿Cuándo se pasan las paletas de producto terminado al cuarto frío?
8. ¿Con qué tipo de embalaje se pasan las paletas al cuarto frío?
9. ¿Cuánto tiempo pasan las paletas en flowpack en el cuarto frío?
10. ¿Cuánto tiempo pasan las paletas disponibles para la venta almacenadas en el cuarto frío?
11. ¿Hay ocasiones en las que se han encontrado paletas vencidas dentro del cuarto frío?
12. ¿Hay ocasiones en las que se han no alcanza el producto para el alistado de pedido?
13. ¿Han tenido que hacer trabajo de producción adicional por falta de producto terminado disponible para la venta?
14. ¿Conoce acerca de la estacionalidad?
15. ¿Considera que este producto se ve afectado por la estacionalidad?
16. ¿La disponibilidad de producto disponible para la venta se ha visto afectada por la estacionalidad?
17. ¿Cuándo se encuentran en temporada alta hay cambios en la producción para poder cumplir con la demanda?
18. ¿Han identificado algún otro problema con los inventarios en el cuarto frío?

Apéndice 5

Se muestran los distintos Diagramas de Flujo, elaborados a partir de las reuniones con los colaboradores de la empresa Alimentos Cool SA.

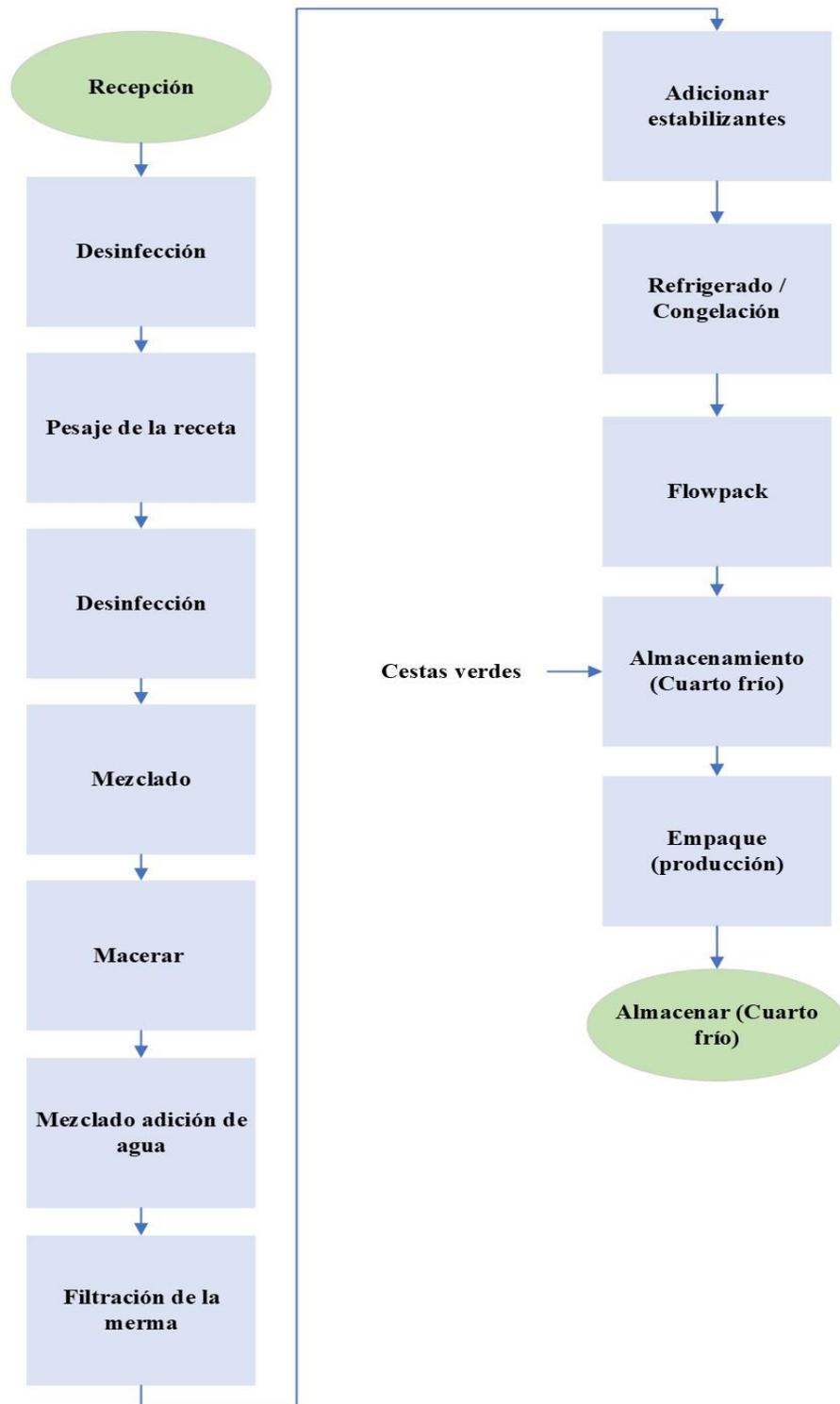
**Figura 36**

*Diagrama de flujo descrito por el Colaborador 1*



**Figura 37**

*Diagrama de flujo descrito por el Colaborador 2*



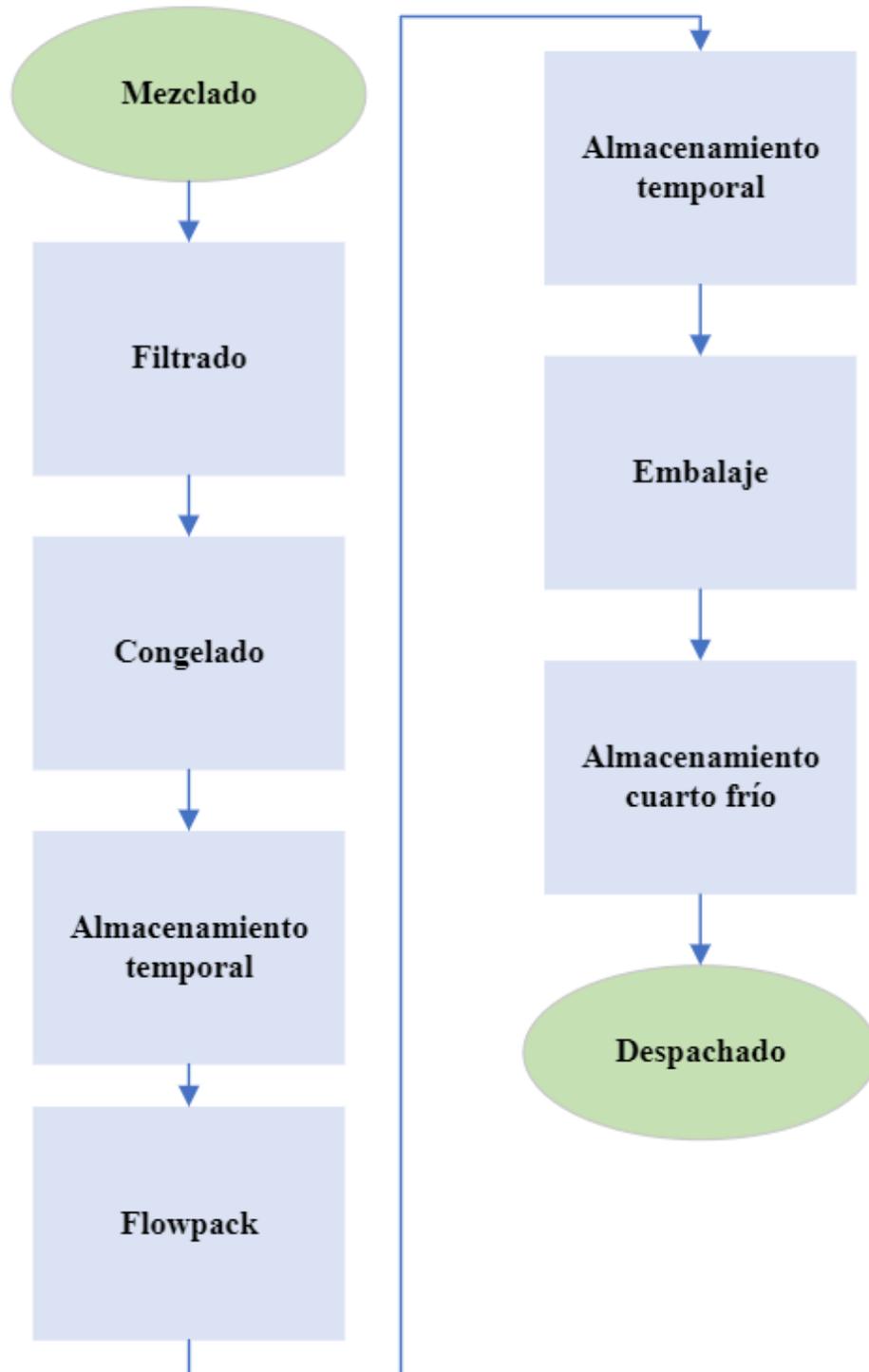
**Figura 38**

*Diagrama de flujo descrito por el Colaborador 3*



**Figura 39**

*Diagrama de flujo descrito por el Colaborador 4*

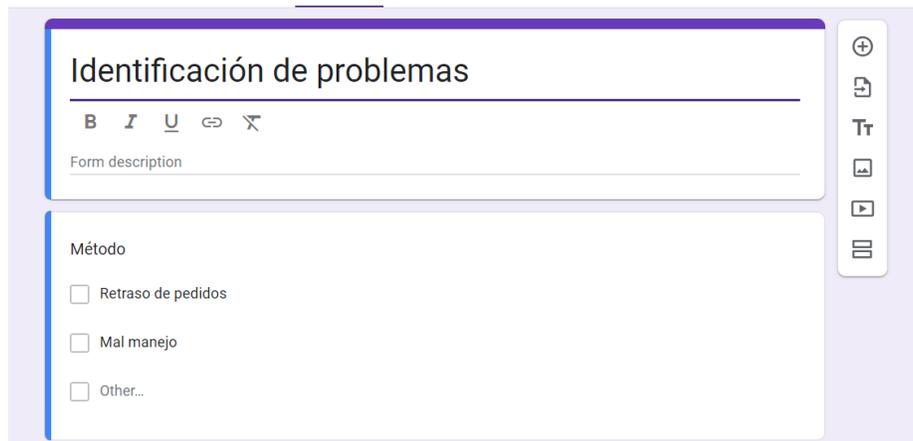


## Apéndice 6

Se presenta el Google Forms, utilizado para la recolección de información en la empresa Alimentos Cool SA., en relación con la identificación de problemas para la elaboración del Diagrama Ishikawa.

**Figura 40** Formulario para la identificación de problemas en la empresa Alimentos Cool SA., parte 1

*Formulario para la identificación de problemas en la empresa Alimentos Cool SA., parte 1*



The image shows a Google Form titled "Identificación de problemas". The form has a header section with the title and a "Form description" field. Below the header is a section titled "Método" with three radio button options: "Retraso de pedidos", "Mal manejo", and "Other...". The form is displayed in a light purple theme with a right-hand sidebar containing various icons for editing and sharing.

**Figura 41** Formulario para la identificación de problemas en la empresa Alimentos Cool SA., parte 2

*Formulario para la identificación de problemas en la empresa Alimentos Cool SA., parte 2*

**Mano de obra**

- Entregas incompletas
- Retrabajos
- Sobretrabajos
- Inventarios colocados en las refrigeradoras incorrectas
- Falta de experiencia
- Other...

---

**Medio ambiente**

- Se pasa más tiempo del apropiado en el cuarto frío
- Espacios reducidos en el cuarto frío para desplazarse
- Other...

**Figura 42** Formulario para la identificación de problemas en la empresa Alimentos Cool SA., parte 3

*Formulario para la identificación de problemas en la empresa Alimentos Cool SA., parte 3*

**Materiales**

- Defectos en las materias primas
- Inconformidad del personal
- Contaminación de los inventarios
- Other...

---

**Medición**

- No conoce ¿cuánto se produjo por cada sabor?
- No conoce ¿cuánto helados están en cestas verdes sin flowpack en cuarto frío o producción?
- No conoce ¿cuántos helados están en flowpack en cuarto frío?
- No conoce ¿cuánta cantidad de materias primas que hay?
- No conoce ¿cuánto producto terminado y embalado está listo para la entrega en el cuarto frío?
- Other...

**Figura 43** Formulario para la identificación de problemas en la empresa Alimentos Cool SA., parte 4

*Formulario para la identificación de problemas en la empresa Alimentos Cool SA., parte 4*



Comentarios adicionales

Long answer text

The image shows a screenshot of a form field. It consists of a light purple rectangular container. Inside, there is a white rounded rectangle. At the top of this white area, the text 'Comentarios adicionales' is displayed. Below it, the text 'Long answer text' is shown, followed by a horizontal dotted line indicating the input area.

Apéndice 7

Los resultados obtenidos mediante el formulario de identificación de problemas en Alimentos Cool SA., se presentan en la siguiente Tabla.

**Tabla 12**

*Toma de datos para la medición de la frecuencia de ocurrencia de los problemas en la empresa Alimentos Cool SA.*

Fecha	Método	Mano de obra	Medio ambiente	Materiales	Medición	Comentarios adicionales
23/2/2024	Disponibilidad de la materia prima	Tiempo de proceso de bobinas se extendió	paletas expuestas en congeladores sin poderse empacar	Inconformidad con el tiempo	560 paletas y una parte de ellas expuestas a no ser empacadas	El día de hoy 23/02/2024 se congelo la línea de almendra Keto. Pero teníamos poca bobina para realizar el respectivo empaque. ¡Eso pudo poner la producción expuesta a dejarla en congeladores sin empacar! Cosa que no se debería hacer, pero al final si alcanzo la bobina de empaque. El lunes próximo 26/02/2024

Fecha	Método	Mano de obra	Medio ambiente	Materiales	Medición	Comentarios adicionales
26/2/2024	Retraso de pedidos	desvío en la ruta de hoy lunes 26/02/2024. La causa fue la búsqueda de bobinas de plástico para el empaque de una línea de producción es espera por empacar	Producto no se ve afectado	Inconformidad del personal	la ruta lleva 25 bultos totales	¡Ruta se logra hacer, pero hubo un pequeño atraso en la entrega de pedidos! Mañana martes 27/02/2024 se continua con el resto
27/2/2024	Ruta incompleta	Retrabajos	Se acaba una línea de producto y se utiliza producto de otra línea para suplantar la que esta faltante. Es un retrabajo	Tiempo de producción muy tallado para realizar la mencionada línea faltante	Alrededor de 3.000 paletas	Al final se completa pedido en la siguiente ruta y se solventa la línea faltante en la planta y en el cuarto frio
28/2/2024	(Fibra de coco es botada accidentalmente por un colaborador)	Falta de experiencia, Persona con poca experiencia en el área	El material de la bolsa es sensible al ambiente húmedo y caliente	Bolsa de plástico muy liviana	Se descarta fibra de coco y se comienza nuevamente el proceso para rendir bien el tiempo	Se deja muy claro a todos los colaboradores los pasos a seguir para manipular bolsas con fibra de coco para que en un futuro no vuelva a ocurrir esto.

<b>Fecha</b>	<b>Método</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Medio ambiente</b>	<b>Materiales</b>	<b>Medición</b>	<b>Comentarios adicionales</b>
1/3/2024	Falla interna en la flow pack	Falta de experiencia, Limpieza semanal incorrecta	Ambiente húmedo dentro de la maquina	De limpieza	Se mide mal la porción de grasa que se utiliza	Para el mantenimiento de la flow pack se mide mal el nivel de grasa a proporcionar y queda muy llenos los niveles y esta presenta un error que luego se descarta al ser revisada nuevamente
4/3/2024	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	Dia lunes de producción y congelado de paletas en estado regular. Todo sale muy bien durante el día y se alcanza la meta de congelado esperada. Se prepara pedidos para el día siguiente y se avanza con todo con bastante normalidad. Se recibe también materia prima. Los lunes y martes por lo general es cuando llega más materia prima para los próximos días

<b>Fecha</b>	<b>Método</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Medio ambiente</b>	<b>Materiales</b>	<b>Medición</b>	<b>Comentarios adicionales</b>
5/3/2024	No aplica	Faltante de cestas para recibir pedido grande de Maracuyá	Espacios pequeños en el área de bodega para tener tantas cestas	Método de almacenamiento no tan eficiente	Se acomoda y se mide el espacio de tan manera que podamos usar varias cestas en un espacio pequeño	Durante el día llego un pedido grande de fruta (Maracuyá) pero no se tenía en cuenta que tanto espacio se iba a ocupar. Decidimos usar el mismo recurso que teníamos a la mano y acomodar mejor el espacio para que el almacenamiento de la fruta fuera eficaz
6/3/2024	No aplica	Inventarios colocados en las refrigeradoras incorrectas	Espacios reducidos en el cuarto frío para desplazarse	Mejora del uso del espacio	Se colocan estantes plásticos para uso de producto frio	Se trata siempre de evaluar cualquier mejora en todo el entorno de trabajo como oportunidad de mejora continua
7/3/2024	No aplica	El personal trabaja en desinfección y despulpado de fruta de Maracuyá	Se trabaja todo el producto en el área de desinfección y el área de proceso húmedo	Se lleva a cabo con todos los utensilios como lo son: Bandejas, cuchillos, cucharas, contenedores, coladores etc.	Se hacen mediciones de ácido peracético	Todo finaliza bien en la planta y con el objetivo listo

<b>Fecha</b>	<b>Método</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Medio ambiente</b>	<b>Materiales</b>	<b>Medición</b>	<b>Comentarios adicionales</b>
8/3/2024	No aplica	Etiquetado del packs y cajas de helados individuales	Se almacenan cajas etiquetadas en cestas de plástico	Se utiliza la impresora láser como medio de etiquetado	Se sacan 100 cajas de fresa y 100 de coco sin azúcar	Este etiquetado se realizó el día de hoy con el fin de adelantar trabajo para la semana que entra y que la hora de tener las paletas listas y congeladas en su bolsa, ya que esté disponible el empaque para que sea todo empacado en cajas
11/3/2024	Retraso en la operación de almacenamiento	Falta de experiencia	Se pasa más tiempo del apropiado en el cuarto frío	Se utilizan materiales y herramientas para almacenar producto en estantes dentro del cuarto frío	Se usa un metro para tomar las medidas que nos permitirán guardar un lote grande de paletas.	Se almacena vario producto en cuarto frío y se toman medidas puntuales antes de ingresar con el producto. Con esto buscamos validar que todo el espacio este ok para proceder a él guardado de todo el producto.

<b>Fecha</b>	<b>Método</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Medio ambiente</b>	<b>Materiales</b>	<b>Medición</b>	<b>Comentarios adicionales</b>
12/3/2024	No aplica	Congelado de paletas a base de agua	Se pasa más tiempo del apropiado en el cuarto frío, Se pasa en congelación más tiempo del esperado por la duración de la calibración de la flow pack	se usan cestas plásticas para el almacenamiento de todo este producto	El aproximado que se hizo en volumen de paletas estaba erróneo	Se logra sacar todo de congelación y luego empacar para ser despachadas
13/3/2024	No aplica	Entregas incompletas, Error a la hora de separar producto antes de ser despachado / faltante de 3 bultos	Momento en el que se realizó la separación de producto en cuarto frío	cestas y tarimas plásticas para apoyar bultos	Se toma un conteo rápido y debido a eso surge el error	Se toman correcciones y se vuelve a mandar producto faltante a los supermercados
14/3/2024	No aplica	Falta de experiencia, Mal manejo a la hora de dar salida a los desechos de la planta	Contenedor Metálico de basura	Bolsas plásticas negras	En vez de usar doble bolsa cada 20 kg. Se utiliza solo 1 y a la hora de desecharlas se riega todo a la hora de lanzar al carro	Toman previsiones y se acomodan ahora con una doble bolsa

<b>Fecha</b>	<b>Método</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Medio ambiente</b>	<b>Materiales</b>	<b>Medición</b>	<b>Comentarios adicionales</b>
15/3/2024	No aplica	Lavado y mantenimiento de drenajes	Área de producción	Contaminación de los inventarios, Cepillos ovalados para paredes y cepillos de piso	Se mide cuanto tiempo existe entre cada mantenimiento de acuerdo con la suciedad de los drenajes	Se realiza manteniendo preventivo y se deja todo en orden
18/3/2024	No aplica	Todo en excelente estado a la hora de empezar los trabajos del día	Se trabaja en el área de producción y área de proceso húmedo	Se preparan recetas con leche de coco y todo queda excelente sin ninguna novedad	Se utilizan contenedores plásticos con una buena medida para bastante capacidad	Se trabaja una producción de 20 contenedores de mezcla
19/3/2024	No aplica	Empaque de bultos 6pack e individual	Área de empaque - Área de producción	Bultos 6x8 y bulto de paleta individual	Primeramente, se mide el espacio de almacenamiento en el cuarto frío y luego se procede a pasar todo el producto de los congeladores de producción al cuarto frío	Se hace buen stock de producto

<b>Fecha</b>	<b>Método</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Medio ambiente</b>	<b>Materiales</b>	<b>Medición</b>	<b>Comentarios adicionales</b>
20/3/2024	No aplica	Se realiza un plan de despulpado de mango	Área de proceso húmedo	Bandejas grandes, cuchillos, peladores, contenedores, cestas y bolsas.	Se mide cuanta cantidad se despulpará para luego hacerlo. Esto con el fin de saber cuánto espacio vamos a ocupar a la hora de guardar la pulpa	Se logra avanzar bastante con todo el despulpado. Y el mango verde se separa y se deja esperando un tiempo extra adicional
21/3/2024	No aplica	Plan de congelado de paletas de mango maracuyá sin azúcar	Sala de producción y cuarto frio	Moldes, extractores, cestas, bandejas, espátulas, pichel, contenedores, mesas de trabajo, aliñador	Se mide el tiempo que se da entre cada batch de helados que es de 560 paletas	No se congela lo esperando, pero se dejan algunas recetas para continuar luego

Fecha	Método	Mano de obra	Medio ambiente	Materiales	Medición	Comentarios adicionales
22/3/2024	No aplica	Proceso de leche de coco	Área de proceso húmedo	ollas, cocinas, espátulas, licuadoras, batidor de globo, chuchillos, contenedores	No se realiza una buena medición de la cantidad de coco que se va a prensar en la maquina y una parte se tiene que pasar a congelación	Se saca una gran cantidad de coco, pero no fue posible prensar todo así que una parte se lleva a cuarto frio para poder prensarla en otra ocasión. Todo debido a que los viernes se trabaja mediante una Jornada corta y no fue posible excedernos del tiempo.
23/3/2024	No aplica	Empaque de producto en cajas para ser despachado	Área de producción / Área de empaque	Congeladores, mesas de trabajo, cestas plásticas y carro para transportar producto	Se empacan las líneas de frutas mix regular y frutas mix s/a. Sin embargo, queda una línea pendiente de empacar por falta de producto, pero se empaca luego.	Se trabaja sábado para adelantar líneas de producción y empaque. Sin embargo, en el plan de hoy queda pendiente por empacar líneas de choco mix Sin azúcar

<b>Fecha</b>	<b>Método</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Medio ambiente</b>	<b>Materiales</b>	<b>Medición</b>	<b>Comentarios adicionales</b>
25/3/2024	No aplica	Congelado de recetas y preparación de pedidos.	Área de producción	Defectos en las materias primas, Al principio del proceso se dejan algunas recetas sin congelar ya que no se tenía suficiente estabilizante (Goma Xanthan).	Se calcula justo lo necesario para congelar y sacar los pedidos que hacen falta y lo demás se congela luego en otra oportunidad.	Recetas se guardan en congelación mientras llega el momento de ser utilizadas
26/3/2024	No aplica	Se despulpa Mango que estaba pendiente y también se realizan algunos mantenimientos preventivos	Área de producción	Bandejas grandes, cuchillos, peladores, contenedores, cestas	Se despulpa todo el mango por completo y se reserva en cuarto frío	Se realiza un plan de mantenimiento pequeño a los drenajes, aduana, bodega, afuera de cuarto frío y también a las trampas  Esto se realiza como manteniendo preventivo cada 15 días

Fecha	Método	Mano de obra	Medio ambiente	Materiales	Medición	Comentarios adicionales
27/3/2024	No aplica	Congelado de recetas pendientes por congelar y un pequeño plan de empaque de producto en presentación individual	Área de producción y área de empaque	Moldes, baño de maría, bandejas, espátulas, pichel, contenedores, contenedor blanco grande, coladores, mixer	Se mide y se hace un pronóstico de toda lo que se produce para abarcar todos los pedidos de las próximas semanas	Se saca todo el plan de la semana por vacaciones de semana Santa y se dejan todas las áreas en orden y listas para comenzar de nuevo la producción la semana entrante  Inventario de producto un poco afectado por toda la demanda de esta semana santa, pero se vuelve a recuperar Stock la próxima semana.

Apéndice 8

Procesamiento de los datos para la elaboración del Diagrama Ishikawa, se presenta en la siguiente Tabla.

**Tabla 13**

*Procesamiento de datos para la medición de la frecuencia de ocurrencia de los problemas en la empresa Alimentos Cool SA.*

<b>Fecha</b>	<b>Método</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Medio ambiente</b>	<b>Materiales</b>	<b>Medición</b>	<b>Maquinaria</b>
23/2/2024	Retraso en la operación, mal manejo del inventario	Trabajo adicional	Paletas expuestas	No aplica	Producción incompleta	Fallo en el equipo
26/2/2024	Mal manejo de pedidos, Retraso en la operación, Mal control del tiempo	Trabajo adicional	No aplica	No aplica	No aplica	Reparación de equipo
27/2/2024	Mal manejo de pedidos, Retraso en la operación	Trabajo adicional	No aplica	Inventario cero en materia prima	Inventario limitado, producción incompleta, mal control del tiempo	No aplica
28/2/2024	No aplica	Falta de experiencia, falta de BPM, Trabajo adicional	No aplica	Contaminación materia prima	No aplica	No aplica

<b>Fecha</b>	<b>Método</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Medio ambiente</b>	<b>Materiales</b>	<b>Medición</b>	<b>Maquinaria</b>
1/3/2024	Falta de limpieza	Falta de experiencia, falta de BPM, Falta capacitación, Trabajo adicional	Limpieza periódica incorrecta	No aplica	Incorrecta estandarización	Condiciones inadecuadas de higiene
4/3/2024	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
5/3/2024	Falta método almacenamiento inventario, Retraso en la operación	Mal manejo de inventario	Espacio reducido en cuarto frío, Pocas cestas de almacenamiento	Inventario limitado, inventario excesivo	No aplica	No aplica
6/3/2024	Falta método almacenamiento inventario, Retraso en la operación	Mal manejo de inventario	Espacio reducido en cuarto frío	Pocas cestas de almacenamiento	No aplica	No aplica
7/3/2024	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

<b>Fecha</b>	<b>Método</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Medio ambiente</b>	<b>Materiales</b>	<b>Medición</b>	<b>Maquinaria</b>
8/3/2024	Retraso en la operación	Trabajo adicional	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
11/3/2024	Retraso en la operación	Falta de experiencia, mal manejo del inventario	Espacio reducido en el cuarto frío	Inventario excesivo	No aplica	No aplica
12/3/2024	Retraso en la operación	Retrabajos	No aplica	No aplica	Incorrecta estandarización	Mantenimiento preventivo
13/3/2024	Falta de gestión del inventario, mal manejo de inventarios, mal manejo de pedidos, retraso en la operación, mal control del tiempo MET	Retrabajos, mal manejo del inventario MO	No aplica	No aplica	Desconocimiento unidades inventario de producto terminado	No aplica
14/3/2024	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
15/3/2024	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
18/3/2024	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
19/3/2024	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

<b>Fecha</b>	<b>Método</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Medio ambiente</b>	<b>Materiales</b>	<b>Medición</b>	<b>Maquinaria</b>
20/3/2024	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
21/3/2024	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
22/3/2024	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
23/3/2024	Mal manejo de pedidos, mal manejo de inventarios	No aplica	Paletas expuestas en producción	Inventario limitado	Desconocimiento unidades inventario de producto terminado, falta de inventario	No aplica
25/3/2024	Retraso en la operación	No aplica	No aplica	Inventario limitado	Producción incompleta, incorrecta estandarización	No aplica
26/3/2024	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
27/3/2024	Retraso en la operación	No aplica	No aplica	No aplica	Producción incompleta, incorrecta estandarización	No aplica

Apéndice 9

Los cálculos relacionados a la elaboración del Diagrama Pareto, se presenta en la siguiente Tabla.

**Tabla 14**

*Cálculos para la elaboración del Diagrama Pareto*

Tipo	Defecto	Frecuencia	Frecuencia %	Clasificación	Valor	Significancia	Significancia %
<b>Método</b>	Mal manejo de pedidos	4	30,77%	B	15	60	2,72%
	Mal manejo de inventarios	4	30,77%	A	50	200	9,08%
	Retraso en la operación	12	92,31%	B	15	180	8,17%
	Falta de gestión del inventario	3	23,08%	A	50	150	6,81%
	Mal control del tiempo MET	3	23,08%	C	3	9	0,41%
	Mal método de limpieza	1	7,69%	C	3	3	0,14%
<b>Mano de obra</b>	Retrabajos	2	15,38%	B	15	30	1,36%
	Trabajo adicional	5	38,46%	B	15	75	3,40%
	Falta de experiencia	4	30,77%	B	15	60	2,72%
	Falta de capacitación BPM	2	15,38%	C	3	6	0,27%
	Mal manejo del inventario Mo	5	38,46%	A	50	250	11,35%

<b>Tipo</b>	<b>Defecto</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Frecuencia %</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Valor</b>	<b>Significancia</b>	<b>Significancia %</b>
<b>Medio ambiente</b>	Área de producción contaminada	1	7,69%	C	3	3	0,14%
	Paletas expuestas en producción	2	15,38%	C	3	6	0,27%
	Espacio reducido cuarto frío	4	30,77%	A	50	200	9,08%
<b>Materiales</b>	Inventario limitado	5	38,46%	A	50	250	11,35%
	Inventario excesivo	2	15,38%	A	50	100	4,54%
	Contaminación materia prima	1	7,69%	C	3	3	0,14%
<b>Medición</b>	Desconocimiento de unidades de producto terminado	6	46,15%	A	50	300	13,62%
	Producción incompleta	4	30,77%	A	50	200	9,08%
	Falta de inventario	2	15,38%	A	50	100	4,54%
	Incorrecta estandarización	4	30,77%	C	3	12	0,54%
<b>Maquinaria</b>	Fallo en equipo	1	7,69%	C	3	3	0,14%
	Mantenimiento correctivo	1	7,69%	C	3	3	0,14%
<b>TOTAL</b>						<b>2203</b>	<b>100%</b>

Apéndice 10

Resultados de la recolección de los tiempos de entrega en la empresa Alimentos Cool S.A.

**Tabla 15**

*Tiempos de entrega en la empresa Alimentos Cool S.A*

<b>Día de pedido</b>	<b>Cantidad solicitada</b>	<b>Cantidad entregada</b>	<b>Fecha de entrega inicial</b>	<b>Fecha fin de la entrega</b>	<b>Tiempo transcurrido para la entrega total</b>
27/02/2024	42 bultos	15 bultos	27/2/2024	27/2/2024	3
27/02/2024	42 bultos	12 bultos	28/2/2024	1/3/2024	
28/02/2024	42 bultos	15 bultos	28/2/2024	28/2/2024	2
28/02/2024	42 bultos	27 bultos	28/2/2024	1/3/2024	
23/02/2024	20 bultos	20 bultos	28/02/2024	28/02/2024	0
26/2/2024	6 bultos	6 bultos	29/2/2024	29/2/2024	3
01/03/2024	62 bultos	28 bultos	4/3/2024	4/3/2024	4
01/03/2024	62 bultos	34 bultos	5/3/2024	5/3/2024	
03/01/2024	54 bultos	54 bultos	6/3/2024	6/3/2024	0
03/06/2024	13 bultos	13 bultos	7/3/2024	7/3/2024	0
06/03/2024	68 bultos	29 bultos	7/3/2024	7/3/2024	2
06/03/2024	68 bultos	39 bultos	8/3/2024	8/3/2024	
06/03/2024	52 bultos	22 bultos	3/11/2024	3/12/2024	6
06/03/2024	52 bultos	30 bultos	3/11/2024	3/12/2024	
06/03/2024	22 bultos	22 bultos	3/12/2024	3/12/2024	6
08/03/2024	72 bultos	72 bultos	13/03/2024	13/03/2024	5
13/3/2024	3 bultos	3 bultos	14/3/2024	14/3/2024	1
13/03/2024	4 bultos	4 bultos	14/03/2024	14/03/2024	1

<b>Día de pedido</b>	<b>Cantidad solicitada</b>	<b>Cantidad entregada</b>	<b>Fecha de entrega inicial</b>	<b>Fecha fin de la entrega</b>	<b>Tiempo transcurrido para la entrega total</b>
13/03/2024	5 bultos	5 bultos	14/03/2024	14/03/2024	1
11/03/2024	28 bultos	28 bultos	15/03/2024	15/03/2024	4
11/03/2024	31 bultos	31 bultos	15/3/2024	15/3/2024	4
18/03/2024	22 bultos	22 bultos	20/03/2024	20/3/2024	2
15/03/2024	42 bultos	42 bultos	18/03/2024	18/03/2024	3
22/03/2024	18 bultos	18 bultos	25/03/2024	25/03/2024	3
25/03/2024	12 bultos	12 bultos	26/03/2024	26/03/2024	1
25/03/2024	25 bultos	25 bultos	27/03/2024	27/03/2024	2
22/3/2024	44 bultos	44 bultos	27/3/2024	27/3/2024	5

## Apéndice 11

En la Tabla 18 se presentan los cálculos relacionados a la elaboración del Diagrama Pareto para identificar por medio de las unidades vendidas, las líneas de producto con una mayor rotación en la empresa Alimentos Cool SA.

**Tabla 16**

*Cálculos relacionados al Diagrama Pareto de líneas de producto en la empresa Alimentos Cool SA*

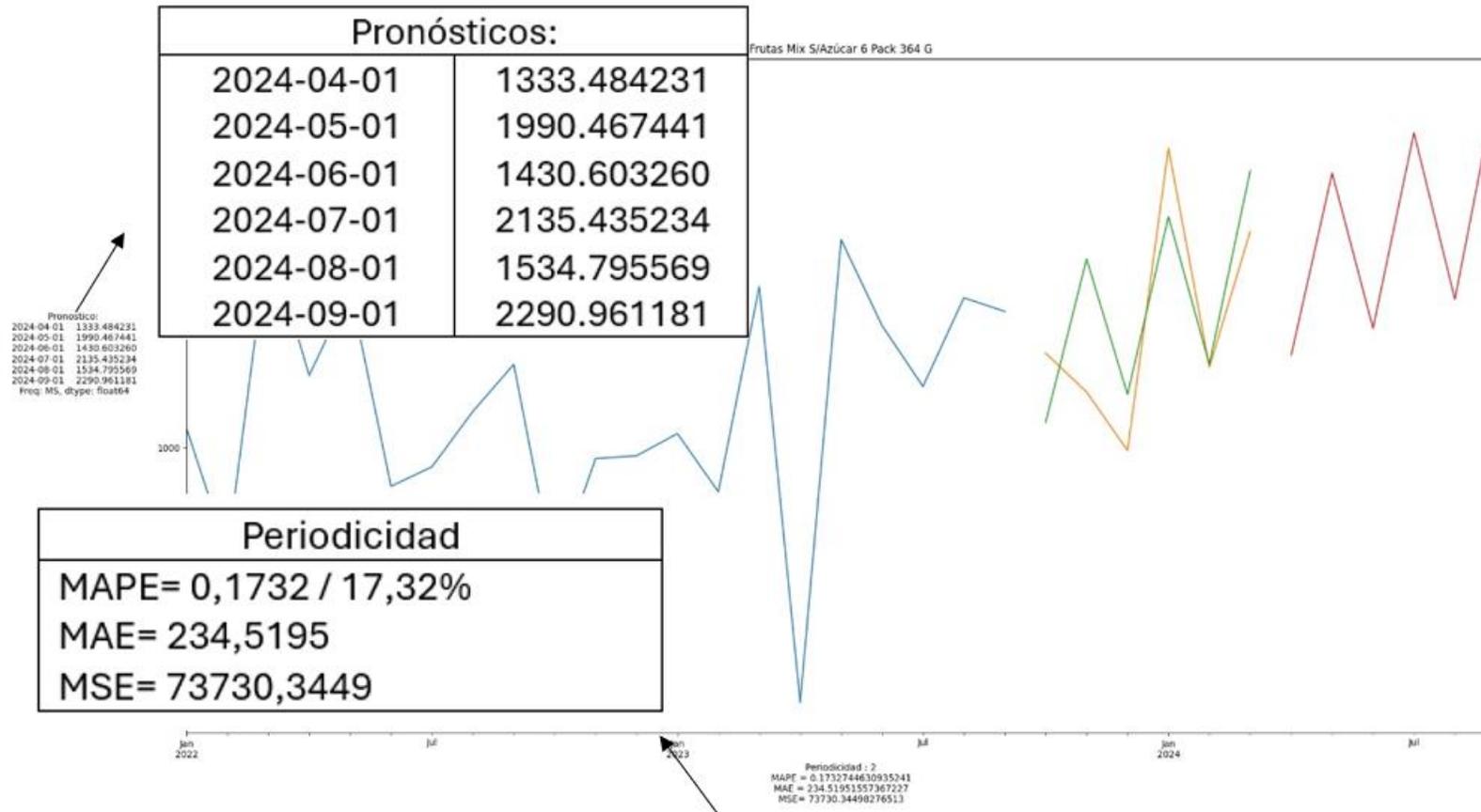
<b>Producto</b>	<b>Frecuencia venta</b>	<b>% Acumulado</b>
COB001	19%	19%
Frutas mix SA	18%	37%
Pura fresa	16%	53%
Mucho coco 6 pack	14%	67%
Frutas mix	11%	78%
CASA01	8%	86%
CASA02	7%	93%
COO001	4%	97%
MCP001	3%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	

Apéndice 12

Proyección de ventas para la línea de producto Frutas Mix 6 pack.

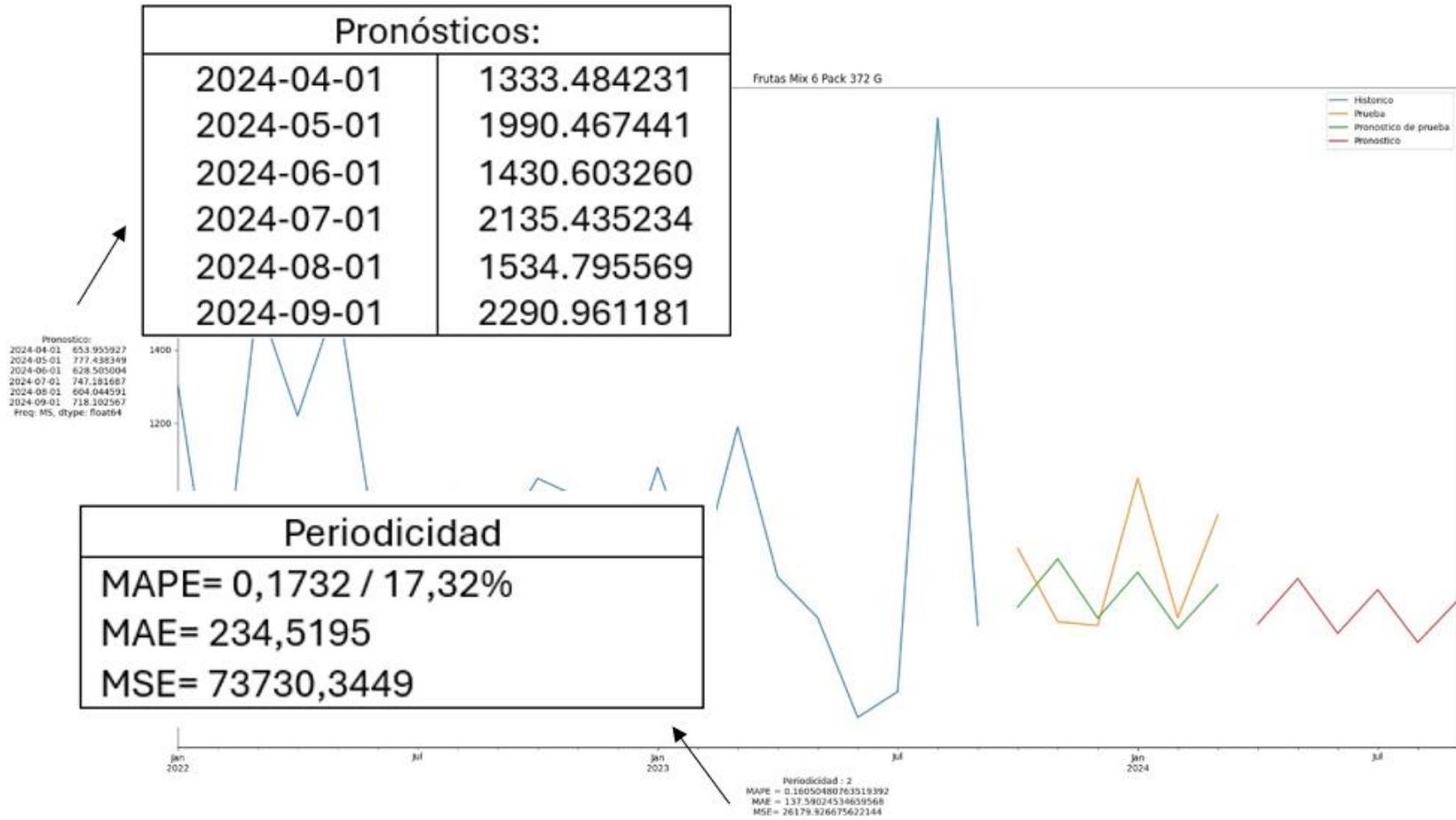
**Figura 44**

*Proyección de ventas para la línea Frutas Mix SA 6 pack en la empresa Alimentos Cool SA*



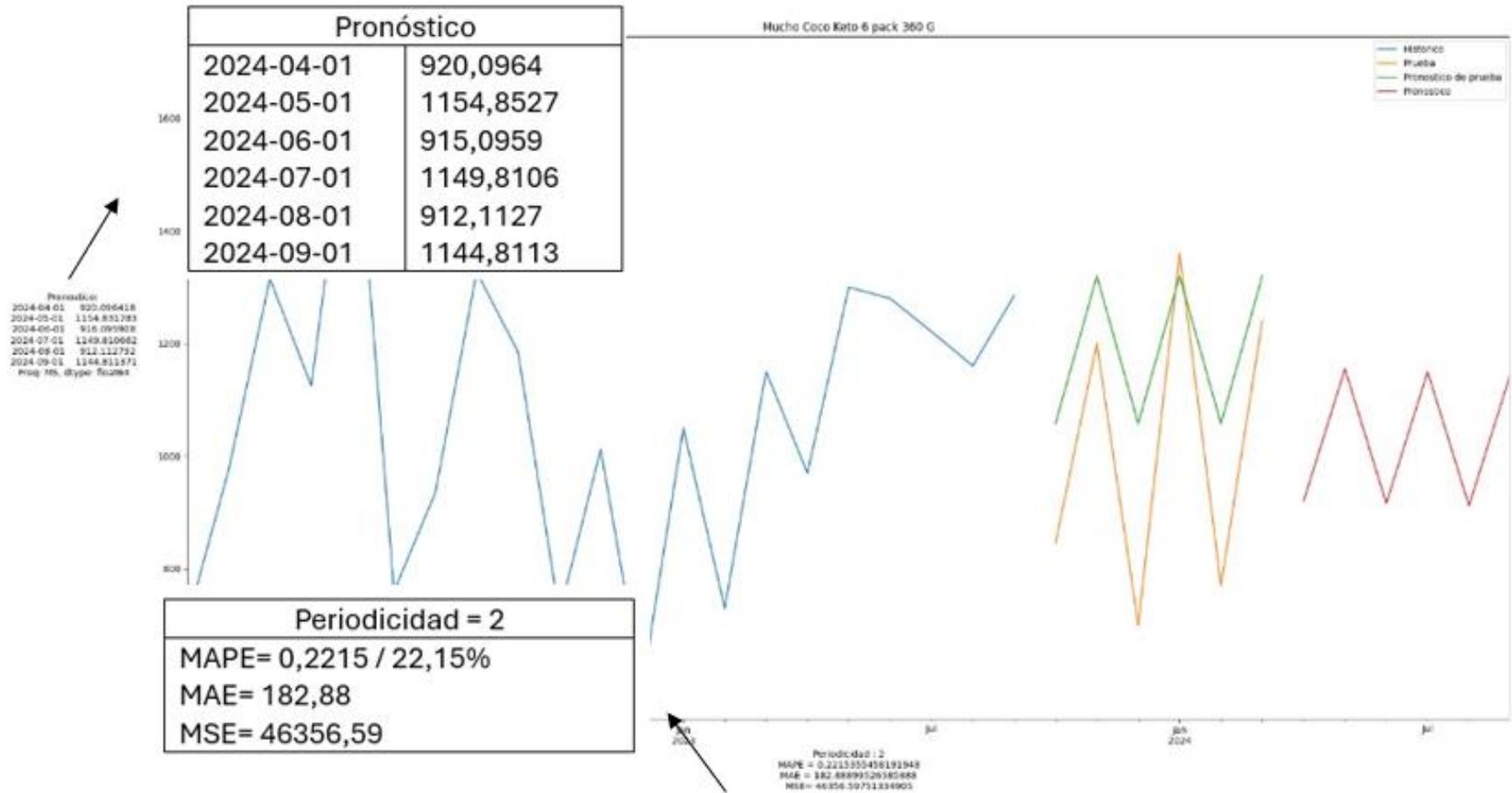
**Figura 45**

*Proyección de ventas para la línea Frutas Mix 6 pack en la empresa Alimentos Cool SA*



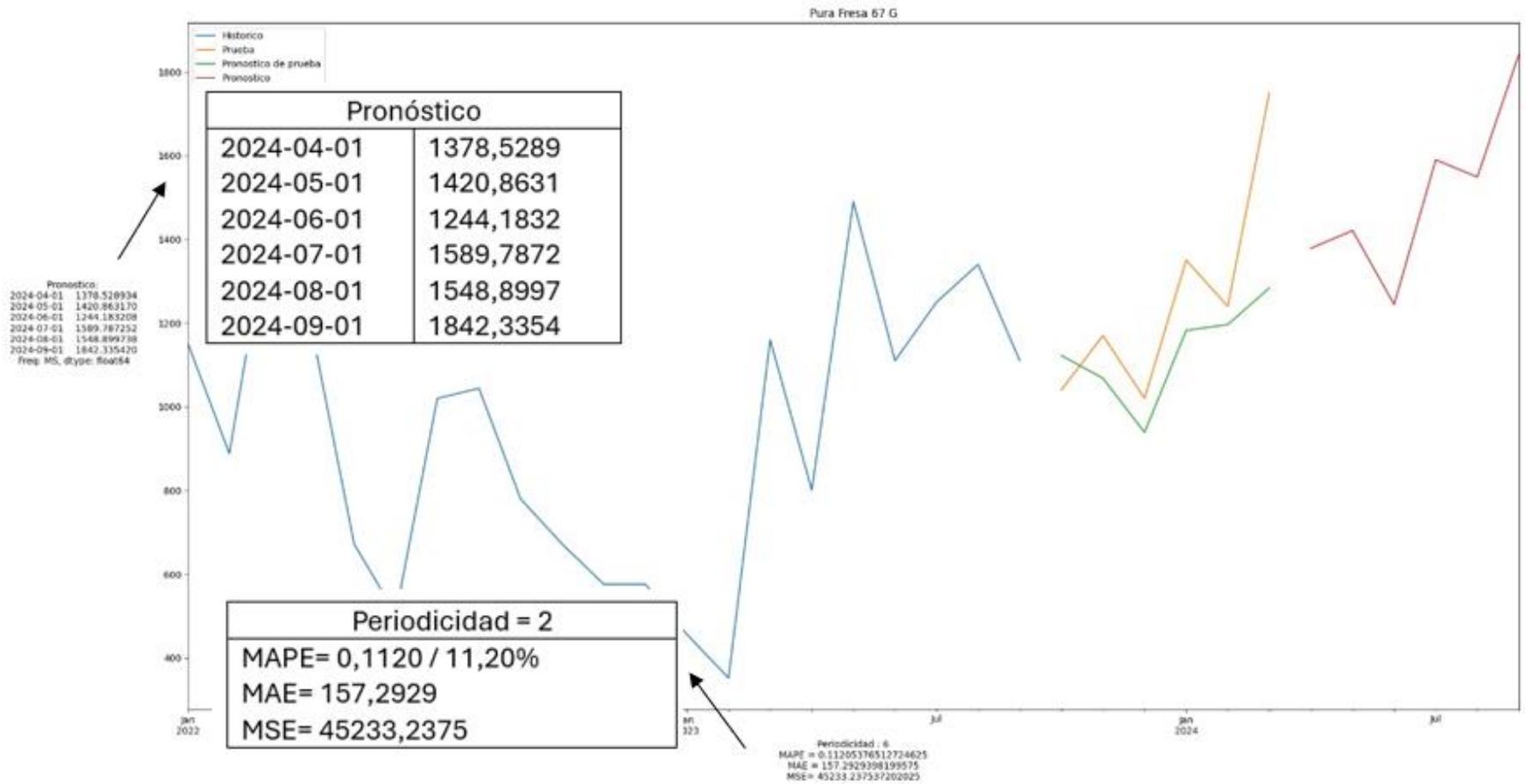
**Figura 46**

*Proyección de ventas para la línea Mucho Coco 6 pack en la empresa Alimentos Cool SA*



**Figura 47**

*Proyección de ventas para la línea Pura Fresa 6 pack en la empresa Alimentos Cool SA*



## Apéndice 13

En las siguientes Figuras se muestran los embalajes terciarios de Alimentos Cool SA y las especificaciones de uso que estos indican.

### Figura 48

Embalaje terciario "Caja blanca general"



**Figura 49**

*Embalaje terciario "Caja café"*



## Anexos

### Anexo 1

Código de la biblioteca “statsmodels” para la aplicación del modelo de Holt-Winters.

#### Figura 50

*Código para modelo Holt-Winters por medio del lenguaje de programación Python*

statsmodels.tsa.holtwinters.Holt

```
class statsmodels.tsa.holtwinters.Holt(  
    endog,  
    exponential=False,  
    damped_trend=False,  
    initialization_method=None,  
    initial_level=None,  
    initial_trend=None  
)
```

[\[source\]](#)

*Nota.* Adaptado de *statsmodels.tsa.holtwinters.Holt*, [Imagen], por Statsmodels 0.14.1, 2023, (<https://www.statsmodels.org/stable/generated/statsmodels.tsa.holtwinters.Holt.html>)

Código de la biblioteca Pandas para el manejo de datos y series numéricas.

## Figura 51

Código para el manejo de series de datos numéricos por medio del lenguaje de programación Python

	W	X	Y	Z
A	2.706850	0.628133	0.907969	0.503826
B	0.651118	-0.319318	-0.848077	0.605965
C	-2.018168	0.740122	0.528813	-0.589001
D	0.188695	-0.758872	-0.933237	0.955057
E	0.190794	1.978757	2.605967	0.683509
F	0.302665	1.693723	-1.706086	-1.159119

## Descripción general del dataframe

### Numero de Filas y Columnas

```
df.shape # retorna un Tuple asi: (filas, col)
```

```
(6, 4)
```

### Información General de los datos

```
# Información general de los datos de cada columna  
# Indica el número de filas del dataset  
# Muestra el número de datos No Nulos por columna (valores válidos)  
# Tipo de dato de cada columna  
# Tamaño total del dataset  
df.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>  
Index: 6 entries, A to F  
Data columns (total 4 columns):  
#   Column  Non-Null Count  Dtype  
---  ---      -  
0    W         6 non-null      float64
```

Nota. Adaptado de *PANDAS - Manipulación de Datos con Python*, [Imagen], por Zapata, 2024, (<https://joserzapata.github.io/courses/python-ciencia-datos/pandas/>)

Código de programación “Numpy” para el cálculo de periodicidad por medio de la transformada de Fourier.

## Figura 52

Código para la Transformada de Fourier por medio del lenguaje de programación Python

### Ejemplo

```
In [1]: from __future__ import division           # hace que se utilice la división en
        punto flotante
        import numpy as np
        import matplotlib.pyplot as plt
        from PIL import Image
        from numpy.fft import fft2, fftshift, ifft2
```

Muestra los gráficos insertados.

```
In [2]: %matplotlib inline
```

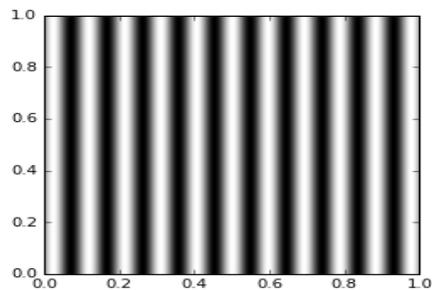
Empezamos creando una *imagen* periódica de tamaño (601, 1201). El periodo, 10.5, aparece en la dirección horizontal. En vertical, la imagen es constante:

```
In [3]: hW, hH = 600, 300
        hFrec = 10.5

        # Crea una malla en el cuadrado de dimensiones [0,1]x[0,1]
        x = np.linspace( 0, 2*hW/(2*hW +1), 2*hW+1)   # columnas (Anchura)
        y = np.linspace( 0, 2*hH/(2*hH +1), 2*hH+1)   # filas      (Altura)

        [X,Y] = np.meshgrid(x,y)
        A = np.sin(hFrec*2*np.pi*X)

        plt.imshow(A, extent=[0,1,0,1], cmap = 'gray');
        H,W = np.shape(A) # Dimensiones de la imagen A
```



Si entendemos que estamos representando la función  $A = f(X, Y)$  como una superficie, un corte por un plano paralelo al plano  $OXZ$  de dicha superficie sería

*Nota.* Adaptado de *Transformada de Fourier en Python con Numpy*, [Imagen], por Chapuzas, 2024, (<https://programacionpython80889555.wordpress.com/2023/12/06/aplicando-la-transformada-de-fourier-en-python-con-numpy/>)

Código de la biblioteca “sklearn.metrics” para el cálculo de los indicadores de error MAPE, MAE y MSE.

### Figura 53

Código para el cálculo de los indicadores de error MAPE, MAE Y MSE por medio del lenguaje de programación Python

```
>>> from sklearn.metrics import mean_squared_error
>>> y_true = [3, -0.5, 2, 7]
>>> y_pred = [2.5, 0.0, 2, 8]
>>> mean_squared_error(y_true, y_pred)
0.375
>>> y_true = [[0.5, 1],[-1, 1],[7, -6]]
>>> y_pred = [[0, 2],[-1, 2],[8, -5]]
>>> mean_squared_error(y_true, y_pred)
0.708...
>>> mean_squared_error(y_true, y_pred, multioutput='raw_values')
array([0.41666667, 1.          ])
>>> mean_squared_error(y_true, y_pred, multioutput=[0.3, 0.7])
0.825...
```

*Nota.* Adaptado de *sklearn.metrics.mean\_squared\_error*, [Imagen], por Scikit-Learn Developers, 2024, ([https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.metrics.mean\\_squared\\_error.html](https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.metrics.mean_squared_error.html))

Código de la biblioteca “matplotlib” para la generación de graficas.

## Figura 54

Código para la generación de gráficas por medio del lenguaje de programación Python

6. Mostrar el gráfico. Para ello se utiliza la función

```
show() .
```

```
1 # Importar el módulo pyplot con el alias plt
2 import matplotlib.pyplot as plt
3 # Crear la figura y los ejes
4 fig, ax = plt.subplots()
5 # Dibujar puntos
6 ax.scatter(x = [1, 2, 3], y = [3, 2, 1])
7 # Guardar el gráfico en formato png
8 plt.savefig('diagrama-dispersion.png')
9 # Mostrar el gráfico
10 plt.show()
```

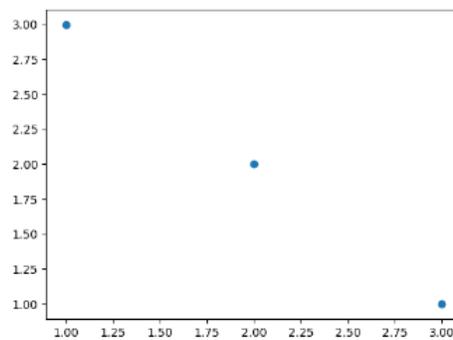


Figura 4.2, Figura 4.2, Creación de gráficos

*Nota.* Adaptado de *Matplotlib*, [Imagen], por Caballero, 2023, (<https://entrenamiento-data-scientist-python.readthedocs.io/leccion4/matplotlib.html#creacion-de-graficos>)