

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

Aumento de la productividad en un centro de distribución de alimentos  
refrigerados

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniera Industrial**

Presentado por:

**Stefannie Elizabeth Zeas Mora**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**Año: 2021**

## **DEDICATORIA**

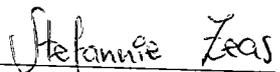
Dedico el presente trabajo a todas las personas que se esfuerzan día a día por alcanzar sus metas y a mi misma por no rendirme incluso en los momentos más difíciles. Este proyecto es una muestra de que todo es posible con disciplina y perseverancia.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por todas las bendiciones que me brinda día a día, por la salud y principalmente por mis padres, quienes son mi regalo más grande en la vida. Gracias infinitas a ellos por apoyarme en todo lo que me propongo, por consentirme cuando me siento exhausta y ayudarme en cada pequeño paso que doy con gestos de amor y palabras cariñosas. Gracias a mi familia que me impulsó a seguir con mi carrera, a mis compañeros de la universidad por enseñarme a trabajar en equipo y brindarme su ayuda cada vez que necesité, a mis compañeros del trabajo que fueron mi principal soporte en el desarrollo del presente proyecto, a mis amigos del colegio que siempre han creído en mi y todos aquellos quienes han contribuido en mi crecimiento continuo, que me han motivado y me han hecho sonreír en momentos difíciles.

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Stefannie Elizabeth Zeas Mora* y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual".



Stefannie Elizabeth

Zeas Mora

## **EVALUADORES**

.....  
**Marcos Buestán B., Ph.D.**

PROFESOR DE LA MATERIA

.....  
**María Laura Retamales G., M.Sc.**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

El presente proyecto fue desarrollado en un centro de distribución para alimentos refrigerados con el objetivo de aumentar la productividad de las actividades que se realizan y así generar beneficios sociales, económicos y ambientales para la empresa.

La metodología aplicada fue DMAIC, entonces el primer paso fue definir el problema, el cual es la cantidad de horas extras generadas en las actividades de preparación de órdenes, posteriormente se realizó una medición de los datos referentes al sobretiempo para luego analizar las causas del problema e identificar las causas raíz que se refieren a aspectos como la distribución física del área, los materiales utilizados y el procedimiento del proceso. En la etapa de Mejora se propusieron algunas ideas que impactaban directamente en las causas raíz halladas y se escogió la opción óptima y factible para llevar a cabo durante el desarrollo del proyecto.

La mejora fue implementar la preparación de pedidos múltiple con el fin de optimizar el recorrido de los operadores colocando pedidos de varios productos al mismo tiempo en lugar de uno solo en cada recorrido y de esta manera también se logra evitar el tráfico en el área. Se obtuvo como resultado un aumento en la productividad de la preparación de órdenes de 50% en promedio y una disminución de 178 horas de trabajo semanales.

Por tanto, la metodología aplicada es eficiente en el proceso que se analizó y la implementación de la solución cumple con los objetivos del proyecto utilizando los recursos ya existentes en la empresa.

**Palabras Clave:** Centro de Distribución, preparación de órdenes, productividad, horas extras.

## **ABSTRACT**

*This project was developed in a distribution center for refrigerated food with the aim of increasing the productivity of the activities carried out and thus generating social, economic, and environmental benefits for the company.*

*The methodology applied was DMAIC, so the first step was to define the problem, which is the amount of overtime generated in the order preparation activities, later a measurement of the data referring to overtime was carried out to later analyze the causes of the problem. and identify the root causes that refer to aspects such as the physical distribution of the area, the materials used and the process procedure. In the Improvement stage, some ideas were proposed that had a direct impact on the root causes found and the optimal and feasible option was chosen to carry out during the development of the project.*

*The improvement was to implement multiple order picking to optimize the operators' route by placing orders for several products at the same time instead of just one per each route and in this way, it is also possible to avoid traffic in the area. The result was 50% increase in orders preparation productivity and 178 decrease in working hours per week on average.*

*Therefore, the applied methodology is efficient in the process that was analyzed, and the implementation of the solution meets the objectives of the project using the resources already existing in the company.*

*Keywords: Distribution Center, orders preparation, productivity, overtime hours.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
ABSTRACT .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS .....	V
SIMBOLOGÍA .....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	IX
CAPÍTULO 1 .....	1
1. Introducción .....	1
1.1 Descripción del problema: Definición .....	4
1.2 Justificación del problema .....	8
1.3 Objetivos .....	9
1.3.1 Objetivo General .....	9
1.3.2 Objetivos Específicos .....	9
1.4 Marco teórico .....	9
CAPÍTULO 2 .....	11
2. Metodología .....	11
2.1 Medición .....	11
2.1.1 Sobretiempo semanal por trabajador .....	20
2.1.2 Productividad del proceso de preparación de órdenes .....	22
2.1.3 Tiempo del proceso de preparación de órdenes .....	23
2.1.4 Confiabilidad de los datos .....	25
2.1.5 Análisis del proceso .....	26
2.1.6 Problema enfocado .....	28

2.2	Análisis.....	29
2.2.1	Diagrama de Ishikawa.....	30
2.2.2	Matriz Causa – Efecto.....	31
2.2.3	Causas potenciales.....	33
2.2.4	Plan de verificación de causas.....	37
2.2.5	Verificación de causas.....	38
2.2.6	Causas verificadas.....	44
2.2.7	Causas raíz.....	44
CAPÍTULO 3.....		46
3.	Resultados y análisis.....	46
3.1	Mejora.....	46
3.2	Implementación y Control.....	49
CAPÍTULO 4.....		54
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	54
4.1	Conclusiones.....	54
4.2	Recomendaciones.....	55
BIBLIOGRAFÍA.....		

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
CDAR	Centro de Distribución para alimentos refrigerados
PDT	Portable Data Track
VOC	Voice of customer
SIPOC	Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers
CTQ	Critical Tree Quality

## SIMBOLOGÍA

$H_0$	Hipótesis nula
$H_1$	Hipótesis alternativa

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 SIPOC .....	4
Figura 1.2 CTQ.....	5
Figura 1.3 Serie de tiempos.....	6
Figura 2.1 Diagrama de flujo de la preparación de órdenes por cajas de productos .....	13
Figura 2.2 Diagrama de flujo de la preparación de órdenes por unidades de productos .....	15
Figura 2.3 Diagrama de flujo de la preparación de órdenes por peso de productos .....	17
Figura 2.4 Diagrama de flujo de la preparación de órdenes por percha .....	19
Figura 2.5 Gráfico del promedio semanal de sobretiempo por cada trabajador .....	20
Figura 2.6 Gráfico del porcentaje de sobretiempo por turno.....	21
Figura 2.7 Diagrama de cajas del sobretiempo semanal.....	21
Figura 2.8 Gráfico de horas trabajadas en la cámara de refrigeración de carnes y embutidos .....	23
Figura 2.9 Gráfico de horas trabajadas en la cámara de refrigeración de productos lácteos y derivados.....	24
Figura 2.10 Gráfico de horas trabajadas en la cámara de refrigeración de frutas y vegetales fríos .....	24
Figura 2.11 Gráfico de horas trabajadas en la cámara de refrigeración de frutas y vegetales tropicales.....	25
Figura 2.12 Diagrama de cajas de la muestra y la base de datos de la productividad de preparación de órdenes.....	26
Figura 2.13 Análisis gráfico de la capacidad del proceso.....	28
Figura 2.14 Diagrama de Pareto de las horas trabajadas en cada cámara de refrigeración .....	29
Figura 2.15 Diagrama Ishikawa para el problema enfocado 1.....	30
Figura 2.16 Diagrama Ishikawa para el problema enfocado 2.....	30
Figura 2.17 Diagrama de Pareto de las causas potenciales para el problema enfocado 1 .....	34
Figura 2.18 Matriz Impacto – Control para las causas del problema enfocado 1 .....	35
Figura 2.19 Diagrama de Pareto de las causas potenciales para el problema enfocado 2 .....	36

Figura 2.20 Matriz Impacto – Control para las causas del problema enfocado 2 .....	37
Figura 2.21 Gráfico de cajas de la productividad de preparación de órdenes en percha y en pasillo .....	39
Figura 2.22 Gráfico de cajas de la productividad de preparación de órdenes en orden y en desorden de los paquetes .....	40
Figura 2.23 Gráfico de cajas de la productividad de preparación de órdenes cuando se conoce y no se conoce la ubicación de las sucursales en el layout .....	41
Figura 2.24 Gráfico de cajas de la productividad de preparación de órdenes por cajas y unidades de productos .....	43
Figura 2.25 Imagen del tamaño de las etiquetas de los paquetes.....	43
Figura 2.26 Herramienta 5 Por qué .....	45
Figura 3.1 Ideas de mejora para cada causa raíz .....	46
Figura 3.2 Matriz Impacto – Esfuerzo de las soluciones propuestas .....	47
Figura 3.3 Método de preparación de pedidos: Situación actual .....	49
Figura 3.4 Método de preparación de pedidos: Situación propuesta.....	50
Figura 3.5 Vista lateral del arreglo de un pallet multi - productos .....	50
Figura 3.6 Vista superior del arreglo de un pallet multi - productos.....	50
Figura 3.7 Gráficas de control visual del proceso .....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Cámaras de refrigeración con preparación de órdenes por cajas .....	12
Tabla 2.2. Actividades que agregan valor en la preparación de órdenes por cajas.....	14
Tabla 2.3. Cámaras de refrigeración con preparación de órdenes por unidades .....	14
Tabla 2.4. Actividades que agregan valor en la preparación de órdenes por unidades	16
Tabla 2.5. Cámaras de refrigeración con preparación de órdenes por peso .....	16
Tabla 2.6. Actividades que agregan valor en la preparación de órdenes por peso .....	18
Tabla 2.7. Cámaras de refrigeración con preparación de órdenes por percha.....	18
Tabla 2.8. Actividades que agregan valor en la preparación de órdenes por percha ....	19
Tabla 2.9. Plan de recolección de datos.....	20
Tabla 2.10. Productividad en la cámara de carnes y embutidos .....	22
Tabla 2.11. Productividad en la cámara de lácteos y derivados.....	22
Tabla 2.12. Productividad en la cámara de carnes y embutidos .....	22
Tabla 2.13. Productividad en la cámara de carnes y embutidos .....	23
Tabla 2.14. Resultados de las pruebas de Normalidad .....	27
Tabla 2.15. Resultados de las gráficas de control .....	27
Tabla 2.16. Rangos de medida para la frecuencia .....	31
Tabla 2.17. Rangos de medida para el impacto .....	31
Tabla 2.18. Ponderación de los factores .....	31
Tabla 2.19. Matriz Causa – Efecto para la productividad en la cámara de carnes .....	32
Tabla 2.20. Matriz Causa – Efecto para la productividad en la cámara de lácteos .....	33
Tabla 2.21. Causas potenciales para la productividad en la cámara de carnes .....	34
Tabla 2.22. Principales causas potenciales para la productividad en la cámara de carnes .....	35
Tabla 2.23. Causas potenciales para la productividad en la cámara de lácteos .....	36
Tabla 2.24. Principales causas potenciales para la productividad en la cámara de lácteos .....	37
Tabla 2.25. Plan de verificación de causas .....	38
Tabla 2.26. Cálculo de la muestra para la verificación de la causa 1 .....	38
Tabla 2.27. Cálculo de la muestra para la verificación de la causa 2 .....	40
Tabla 2.28. Cálculo de la muestra para la verificación de la causa 3 .....	41
Tabla 2.29. Cálculo de la muestra para la verificación de la causa 4 .....	42

Tabla 2.30. Causas significativas .....	44
Tabla 3.1. Plan de implementación .....	48
Tabla 3.2. Resultados de la implementación .....	51

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El aumento de la productividad en las operaciones que se realizan diariamente es una necesidad de la mayoría de las empresas dado que de este factor depende la capacidad de respuesta de los procesos, es decir, si se aumenta la productividad, el resultado se verá reflejado en la agilidad del proceso y, por tanto, en el nivel de servicio que se ofrece. Es así como una empresa dedicada a la comercialización masiva de productos para el hogar, principalmente alimentos, presenta la necesidad de aumentar la productividad en su centro de distribución de alimentos refrigerados con el fin de obtener un mejor rendimiento de sus procesos.

Esta empresa de origen privado y con sede principal en Guayaquil – Ecuador, es una de las más importantes en la industria de comercialización de alimentos en el país y cuenta dos centros de distribución en el país, desde los cuales abastece a sus 276 sucursales ubicadas a lo largo de 22 provincias y 106 ciudades del Ecuador. Los centros de distribución son regional y nacional, el primero ubicado en la región sierra y el segundo localizado en la costa, desde donde se provee reabastecimiento a la mayor parte de las sucursales y el cual se divide en dos secciones: Centro de distribución para secos y Centro de distribución para alimentos refrigerados (CDAR). Este último es donde se llevará a cabo el presente proyecto.

Los productos que pasan por el CDAR son todos aquellos alimentos que requieren refrigeración o congelación como frutas, vegetales, lácteos, carnes, embutidos y mariscos. Algunos de estos productos provienen directamente desde los proveedores privados y otros desde el Centro de Distribución Regional, en donde se receipta la mercadería proveniente de los proveedores de la región Sierra. Además, es necesario recalcar que también se recibe carne de pollo, res y cerdo como materia prima ya que el CDAR cuenta con una planta de procesamiento de carnes para obtener los cortes finales que se ofrecen a los clientes en las sucursales.

Entonces, las principales actividades que gestiona el Centro de Distribución Nacional para Alimentos Refrigerados son:

- **Recepción:** Recibir los productos enviados por los proveedores y el Centro de Distribución Regional en las instalaciones del CDAR manteniendo todos los cuidados necesarios para mantener la cadena de frío requerida por este tipo de alimentos, además se realiza un proceso de control de calidad para asegurar que todos los productos receptados cumplen con los estándares de calidad de la empresa.
- **Almacenamiento:** Dada la naturaleza de los alimentos refrigerados, en su mayoría perecibles, no se almacenan en la bodega por largo tiempo, sino que se realiza un proceso de “cross docking indirecto”, es decir los productos receptados en grandes tamaños de lote salen del CDAR en pequeñas cantidades hacia los puntos de venta y todo esto sucede en el mismo día de modo que la mercadería no es almacenada en las instalaciones. Para el caso de la materia prima cárnica, dependiendo del tipo, se almacena mínimo por un día para ser procesada al día siguiente y en el caso de productos congelados se pueden almacenar varias semanas dentro de las cámaras de congelación a la temperatura adecuada.
- **Producción:** Convertir la materia prima cárnica en productos finales pesados, empacados y sellados para ofertar a los clientes finales en las sucursales.
- **Despacho:** Preparar el envío de los productos hacia las sucursales, es decir, tomar la mercadería previamente seleccionada según los pedidos de cada sucursal para consolidarla y cargarla a los camiones de transporte.
- **Transporte:** Transportar la mercadería desde el centro de distribución hacia las sucursales de todo el país.

Cada una de las actividades presentadas anteriormente representa un costo operativo para la empresa, por lo que en el presente proyecto se busca el aumento de la productividad en las actividades a las que se les dedica mayor tiempo dentro del CDAR y así generar un impacto en el nivel de servicio y la capacidad de respuesta de la empresa.

De manera adicional, es necesario mencionar que el CDAR cuenta con cuatro grandes áreas bien identificadas:

Planta de procesamiento de carnes: Área que comprende todas las actividades necesarias para convertir la materia prima cárnica en productos finales para los consumidores, esto incluye la recepción de materia prima de res, pollo y cerdo, almacenamiento temporal de algunos tipos de productos de acuerdo al requerimiento de su proceso, procesamiento de las carnes hasta alcanzar su presentación final, pesado y etiquetado de los productos finales, y finalmente paletizado para trasladarlos a la cámara de refrigeración correspondiente con el fin de proceder a la preparación de órdenes.

- Playas de carga y descarga: Área de recepción de los productos enviados por los proveedores al CDAR y despacho de las órdenes consolidadas que se envían a las sucursales. En esta área se encuentran las puertas enrollables metálicas que se abren cuando un camión llega y se estaciona en la parte exterior de las instalaciones ya sea para entregar productos de los proveedores o recoger las órdenes que van hacia las tiendas. Cabe recalcar que el espacio físico de las playas es lo suficientemente extenso como para depositar todos los productos descargados y las órdenes de las sucursales que esperan en las playas mientras son cargadas a los camiones.
- Cámaras de refrigeración: Cuatro cámaras de refrigeración, cada una mantiene la temperatura de refrigeración y las características físicas adecuadas para conservar en perfecto estado un tipo de producto, el cual puede ser: Embutidos y carnes, lácteos y derivados, frutas y vegetales fríos, o, frutas y vegetales tropicales. Las cámaras son espacios físicos amplios y cerrados en donde se realiza toda la actividad de preparación de órdenes

después de que los productos receptados en las playas son trasladados hacia la cámara correspondiente. En cada cámara se encuentra un espacio físico destinado para cada una de las sucursales de la empresa y allí se coloca un pallet, el cual contendrá los productos pedidos por la sucursal hasta que la orden se completa y se traslada el pallet hacia el área de carga de camiones para ser despachado.

- Unidades logísticas: Área destinada para la recepción, paletizado, y lavado de unidades logísticas utilizadas en todas las actividades del CDAR, como los pallets, gavetas y hieleras.

### 1.1 Descripción del problema: Definición

El primer paso para definir el problema es determinar el alcance del proyecto y para ello se usa la herramienta SIPOC, la cual debe su nombre a las iniciales: Proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes, traducidas a inglés. En la figura 1.1 se muestra de manera general cómo funcionan los procesos del Centro de Distribución de Alimentos Refrigerados:



Figura 1.1 SIPOC

[Fuente: Elaboración propia]

Como se puede observar, el alcance del proyecto abarca el proceso de la preparación de órdenes en el CDAR, el cual comienza desde que todos los productos almacenados temporalmente son trasladados hacia las cámaras de refrigeración y termina cuando las órdenes de las sucursales son completadas en las cámaras y se trasladan a las playas. Es decir, es el proceso de tomar los productos y repartirlos en la ubicación de cada sucursal dentro de la cámara de acuerdo con la cantidad ordenada.

Pero para encontrar el problema real de la empresa es necesario conocer las necesidades de los clientes, por lo que se hizo uso de la herramienta “Voz del cliente” conocida también como VOC por sus siglas en inglés, la cual propone conocer las opiniones de los clientes identificados en el SIPOC ya sea por medio de reuniones, encuestas o entrevistas. Para efectos del presente proyecto, se realizaron entrevistas personales y presenciales a los clientes directos quienes serían los beneficiarios de los resultados finales, dichos entrevistados fueron los analistas de transporte y de productividad, parte del personal encargado de la preparación de órdenes, y el gerente del CDAR, quienes comentaron los principales problemas que se presentan en el día a día y así se construyó el diagrama de árbol de calidad que se presenta en la figura 1.2.

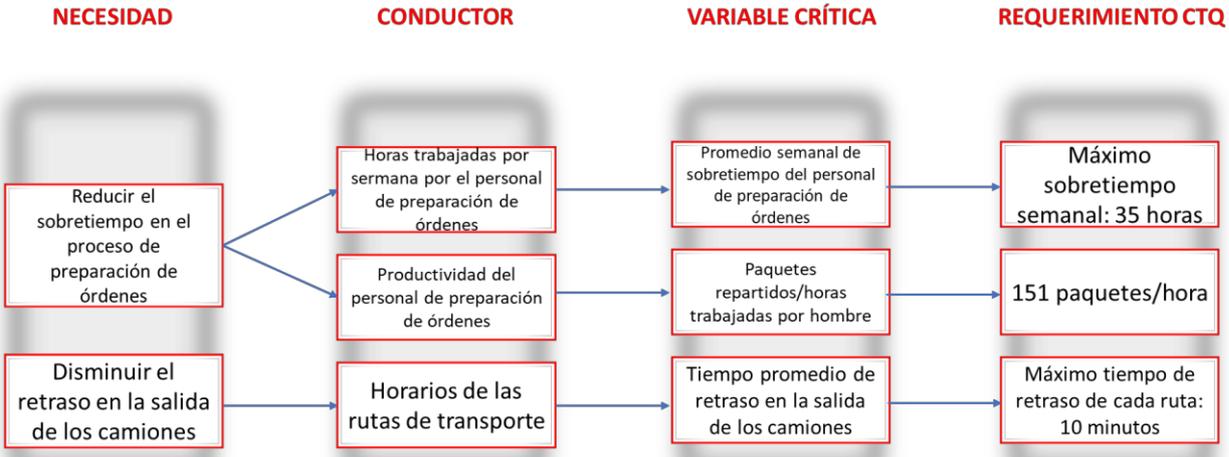
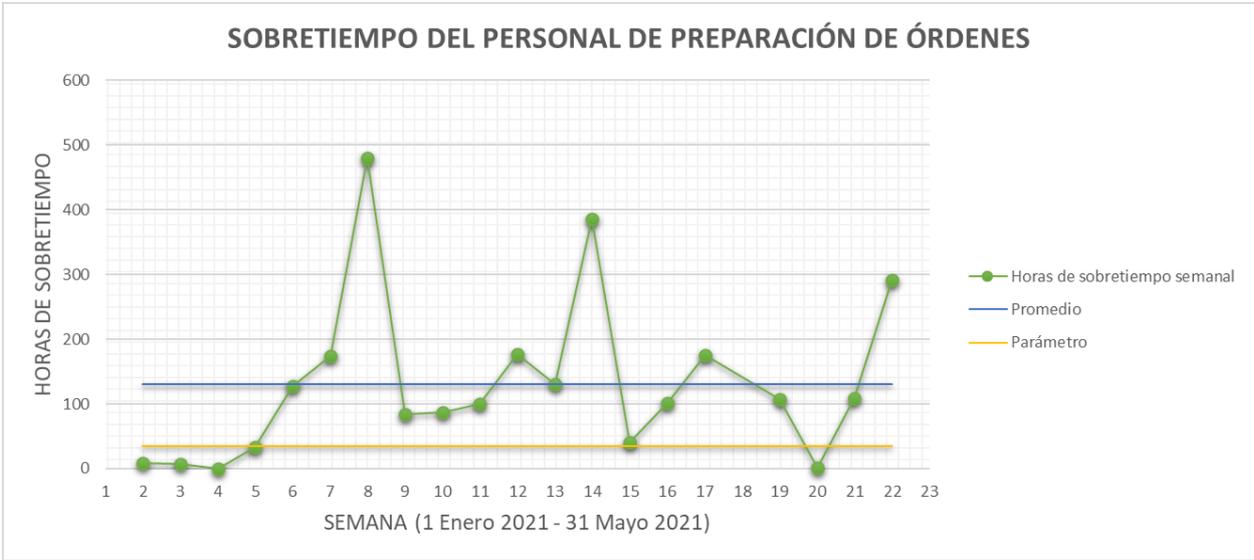


Figura 1.2 CTQ

[Fuente: Elaboración propia]

Se analizaron todas las variables críticas de respuesta posibles y se escogió “Promedio semanal de sobretiempo del personal de preparación de órdenes” ya que es la principal problemática de la gerencia del CDAR y es la más cuantificable al momento de medir los beneficios. Es así como se prosigue a presentar en la figura 1.3 la serie de tiempo de las horas extras semanales generadas por el personal de preparación de órdenes desde enero del presente año hasta el mes de mayo y se encontró que el promedio es 131 horas extras semanales.



**Figura 1.3 Serie de tiempos**

**[Fuente: Elaboración propia]**

De la serie de tiempos se puede observar que hubo semanas donde no se registraron horas extras, sin embargo, es necesario considerar que exista un límite permisible de sobretiempo y que sea alcanzable, los cuales sucedieron en la semana 5 y 15 con 35 horas extras y esta es la cantidad que se fijó como parámetro referencial objetivo para definir el problema del presente proyecto, además es necesario mencionar que la diferencia entre el promedio real y el parámetro referencial es de 96 horas, las cuales se desean eliminar.

El problema definido se redacta a continuación: “La elevada cantidad de horas de sobretiempo semanal del personal encargado de la preparación de órdenes en el Centro

de Distribución de Alimentos Refrigerados es en promedio 131 horas desde enero del 2021 y la compañía requiere máximo 35 horas por semana”.

El promedio semanal se calcula con la siguiente ecuación 1.1:

$$\text{Promedio de sobretiempo semanal} = \frac{\sum \text{Cantidad de horas extras semanal}}{\text{Número de semanas}} \quad (1.1)$$

Además, el cálculo del sobretiempo semanal se obtiene con la ecuación 1.2:

$$\text{Sobretiempo semanal} = \text{Horas trabajadas semanal} - \text{Horas contratadas semanal} \quad (1.2)$$

Y cabe recalcar que el análisis se realizará sobre las horas trabajadas semanalmente en el área de preparación de órdenes y de este modo alcanzar los objetivos planteados del proyecto, los cuales se enfocan en eliminar las 96 horas de diferencia entre el promedio real y el parámetro referencial, sin embargo, se sabe que eliminar la totalidad de horas deseadas es un objetivo muy ideal, por lo que se planteó disminuir esta cantidad en un 50% y así se definió el objetivo principal del proyecto: “Reducir, al menos, 48 horas de sobretiempo semanal del personal encargado de la preparación de órdenes”.

Se debe considerar las restricciones a las que se rige el presente proyecto:

- El espacio físico donde se desarrollan las actividades de preparación de órdenes dado que las instalaciones del centro de distribución son fijas y tienen poco tiempo de utilización, de modo que no se permite ni se justifica una modificación en la infraestructura en este momento.
- La cantidad de personal dedicado a las actividades de preparación de órdenes que existe actualmente en el centro de distribución se debe mantener, es decir, no se debe sobrepasar el cupo máximo de trabajadores por área.
- La demanda diaria de órdenes se debe abastecer completamente en el tiempo adecuado para cumplir con las rutas de transporte.

Además, el proyecto se debe ajustar a la métrica de los tres factores a considerar en el desarrollo de un proyecto, por lo que se presentan los objetivos de este caso respecto a cada factor:

- **Económico:** Aumentar la productividad del personal y así disminuir el costo de la mano de obra mensual para aumentar el rendimiento financiero de la empresa.
- **Social:** Disminuir las horas de trabajo extras de los colaboradores con el fin de ofrecer mayor tiempo libre a la semanal para que puedan disfrutar de las actividades de su vida personal.
- **Ambiental:** Reducir el consumo de energía eléctrica en la actividad de preparación de órdenes dentro del CDAR.

## 1.2 Justificación del problema

El requerimiento se da debido a la necesidad de la empresa de aumentar la productividad en el centro de distribución de alimentos refrigerados con el fin de mejorar el nivel de servicio a los clientes, en este caso, de las sucursales o tiendas minoristas ya que constantemente los pedidos se atrasan y no llegan a sus destinos a la hora fijada según la planificación de las rutas de entrega, lo cual genera inconvenientes para ellos dado que la hora de llegada de los pedidos se fija de acuerdo a la disponibilidad de las tiendas que depende de factores como la demanda o el flujo de consumidores en las diferentes franjas horarias, parqueadero para la descarga de los productos, personal que realice las actividades de descarga, entre otros.

Las actuales instalaciones del centro de distribución nacional fueron inauguradas en el año 2019 haciendo uso de tecnología avanzada para automatizar procesos, asegurar los estándares de calidad y optimizar recursos, sin embargo el crecimiento de la empresa exige analizar constantemente los procesos con el fin de adaptar los recursos existentes de manera que puedan satisfacer las nuevas demandas, además se debe recalcar que en el año 2020 se presentaron demandas irregulares en varias ocasiones debido a los múltiples cambios en las restricciones ciudadanas ocasionadas por la emergencia

sanitaria de la covid-19 e incluso en el año 2021 también se presentó un incremento irracional de la demanda en el mes de abril cuando se anunció el toque de queda por el repunte en el número de casos confirmados de infectados con coronavirus.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Aumentar la productividad en el Centro de Distribución de Alimentos Refrigerados por medio de la aplicación de la metodología DMAIC con el fin de proponer soluciones viables y que beneficien a la empresa en los ámbitos social, económico y ambiental.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Definir el problema a resolver escuchando y analizando las principales necesidades del CDAR para determinar el objetivo principal del proyecto.
2. Medir la variable de respuesta y aquellas que proporcionen información útil acerca del problema definido para aterrizar el problema utilizando estadística e interpretación de datos.
3. Analizar las causas del problema junto con el equipo de trabajo y las personas involucradas en el problema con el fin de evaluar dichas causas y hallar las causas raíz.
4. Implementar la o las alternativas de solución que ataquen directamente a las causas raíz identificadas para lograr alcanzar el objetivo principal.
5. Controlar la implementación de las soluciones de manera real con el fin de obtener información certera acerca de la efectividad de dichas soluciones y preparar una guía de pasos a seguir en caso de que se presenten inconvenientes.

### **1.4 Marco teórico**

DMAIC: Metodología usada principalmente en el área de mejora continua y aplicable a productos o procesos para resolver problemas mediante el uso de técnicas estadísticas para contemplar la realidad de los hechos que envuelven a la problemática y la verificación de cualquier idea que se contemple como una causa del problema (De Mast & Lokkerbol, 2012).

La metodología contempla cinco etapas, las cuales se describen a continuación:

- **Definición:** Identificar claramente el problema, los recursos para resolverlo, los clientes involucrados en el problema y los objetivos de este. En esta etapa se suele utilizar la herramienta SIPOC para identificar los procesos, las partes interesadas, y los flujos de recursos e información involucrados en la problemática, también se usa el CTQ para determinar las variables con las que se pueden medir las necesidades de las partes interesadas y se define claramente el problema utilizando la técnica “3W-2H”, en la que se responden las siguientes preguntas: ¿Qué sucede?, ¿Dónde sucede?, ¿Cuándo sucede?, ¿Qué tanto?, ¿Cómo se sabe que es un problema? (Kiran, 2017).
- **Medición:** Recopilar datos para medir el desempeño actual del proceso o producto que se desea mejorar, se incluye diagramación de los procesos involucrados e identificación de las actividades que agregan valor, así como el cuello de botella. Se hace uso de técnicas estadísticas para validar la confiabilidad de los datos ya sean históricos u obtenidos mediante una toma de tiempos y usualmente se determina un problema enfocado (Nandakumar, Saleeshya, & Harikumar, 2020).
- **Análisis:** Identificar y priorizar las posibles causas del problema para luego validarlas con los clientes involucrados y encontrar las causas raíz del problema. En esta etapa es importante la participación del equipo de trabajo y las partes interesadas para conocer las causas desde varios puntos de vista y también se usan técnicas estadísticas para validar la importancia e influencia de las posibles causas en el problema, y finalmente se utiliza la herramienta “5 Por qué” en la cual se cuestiona la razón por la que sucede cada causa y así se identifican las causas raíz (Nandakumar, Saleeshya, & Harikumar, 2020).
- **Mejora:** Proponer e implementar soluciones que eliminen o disminuyan las causas raíz identificadas en la etapa de análisis. En esta etapa también es importante el aporte del equipo de trabajo para contribuir con ideas y luego realizar pruebas piloto de las acciones de mejora para determinar aquellas que son viables y que se deben aplicar (Kiran, 2017).
- **Control:** Supervisar las mejoras a lo largo del tiempo para conservar el éxito de las soluciones implementadas y crear un plan de control para continuar monitoreando el proceso o producto (Ferreira, y otros, 2019).

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Medición

Para esta etapa, el primer paso fue definir los factores de estratificación que se describen a continuación:

- Espacio físico para la preparación de órdenes: La preparación de órdenes dentro de una cámara de refrigeración se puede dar en los pasillos o en la percha. La preparación de órdenes en los pasillos es la más frecuente, en la cual un operador recorre los pasillos de la cámara repartiendo la mercadería en los pallets correspondientes a cada sucursal de acuerdo con el pedido y la preparación de órdenes en percha se realiza para productos con menor volumen de pedido, en este caso un operador se encarga de repartir los productos en las gavetas ubicadas en la percha, donde cada gaveta representa una sucursal.
- Unidad de medida de los productos: El proceso de preparación de órdenes es diferente para productos por peso, productos por unidades y productos por cajas o gavetas enteras; en el primer caso primero se pesa la mercadería pedida por cada sucursal y se etiqueta la gaveta para luego colocar las gavetas etiquetadas en los pallets correspondientes en los pasillos, en el caso de productos por unidades se utiliza el PDT (Dispositivo portátil rastreador de datos) para obtener la información del pedido de cada sucursal y colocar la cantidad de unidades requeridas en cada pallet cuando el proceso es en pasillos o en cada gaveta cuando el proceso es en percha, y para el caso de productos por cajas también se utiliza el PDT para saber la cantidad de cajas requeridas por cada sucursal y colocarlas en los pallets correspondientes en los pasillos.

Así se identificaron cuatro grandes tipos de preparación de órdenes, de los cuales se procedió a realizar el diagrama de flujo e identificar las actividades con valor agregado

(VA), actividades con no valor agregado (NVA) y las actividades que son necesarias pero que no tienen valor agregado (NVAN):

- ✓ **Preparación de órdenes por cajas de productos:**

**Tabla 2.1. Cámaras de refrigeración con preparación de órdenes por cajas**

<b>CÁMARAS DE REFRIGERACIÓN</b>
CÁMARA DE PRODUCTOS LÁCTEOS
CÁMARA DE VEGETALES Y FRUTAS FRÍOS
CÁMARA DE VEGETALES Y FRUTAS TROPICALES

**[Fuente: Elaboración propia]**

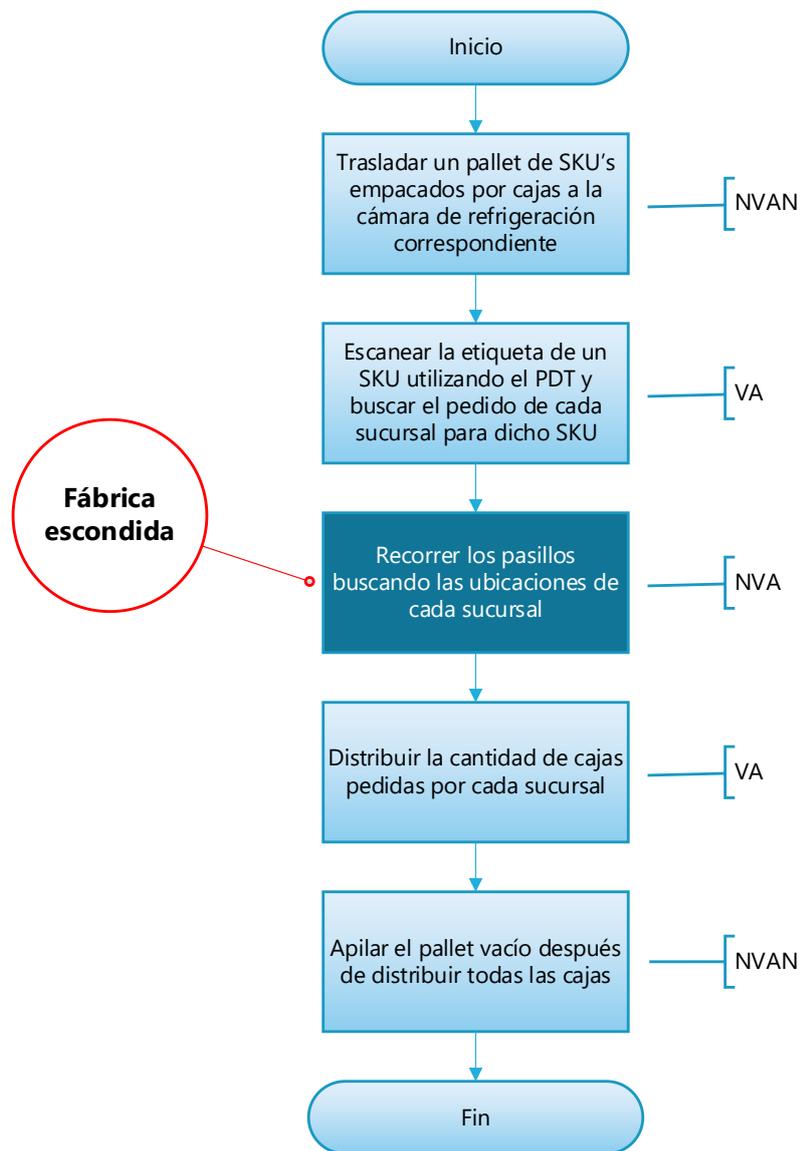
**DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO**

**CENTRO DE DISTRIBUCIÓN PARA COMIDA REFRIGERADA**

**PROCESO: ORDERS PREPARACIÓN DE ÓRDENES POR CAJAS DE PRODUCTOS**

**PROCESO ACTUAL**

**ELABORADO STEFANNIE ZEAS**



**Figura 2.1 Diagrama de flujo de la preparación de órdenes por cajas de productos**

**[Fuente: Elaboración propia]**

**Tabla 2.2. Actividades que agregan valor en la preparación de órdenes por cajas**

ACTIVIDADES	#	%
Valor agregado	2	40%
No valor agregado	1	20%
No valor agregado pero necesarias	2	40%

**[Fuente: Elaboración propia]**

✓ **Preparación de órdenes por unidades de productos:**

**Tabla 2.3. Cámaras de refrigeración con preparación de órdenes por unidades**

CÁMARAS DE REFRIGERACIÓN
CÁMARA DE CARNES Y EMBUTIDOS
CÁMARA DE LÁCTEOS
CÁMARA DE VEGETALES Y FRUTAS FRÍOS
CÁMARA DE VEGETALES Y FRUTAS TROPICALES

**[Fuente: Elaboración propia]**

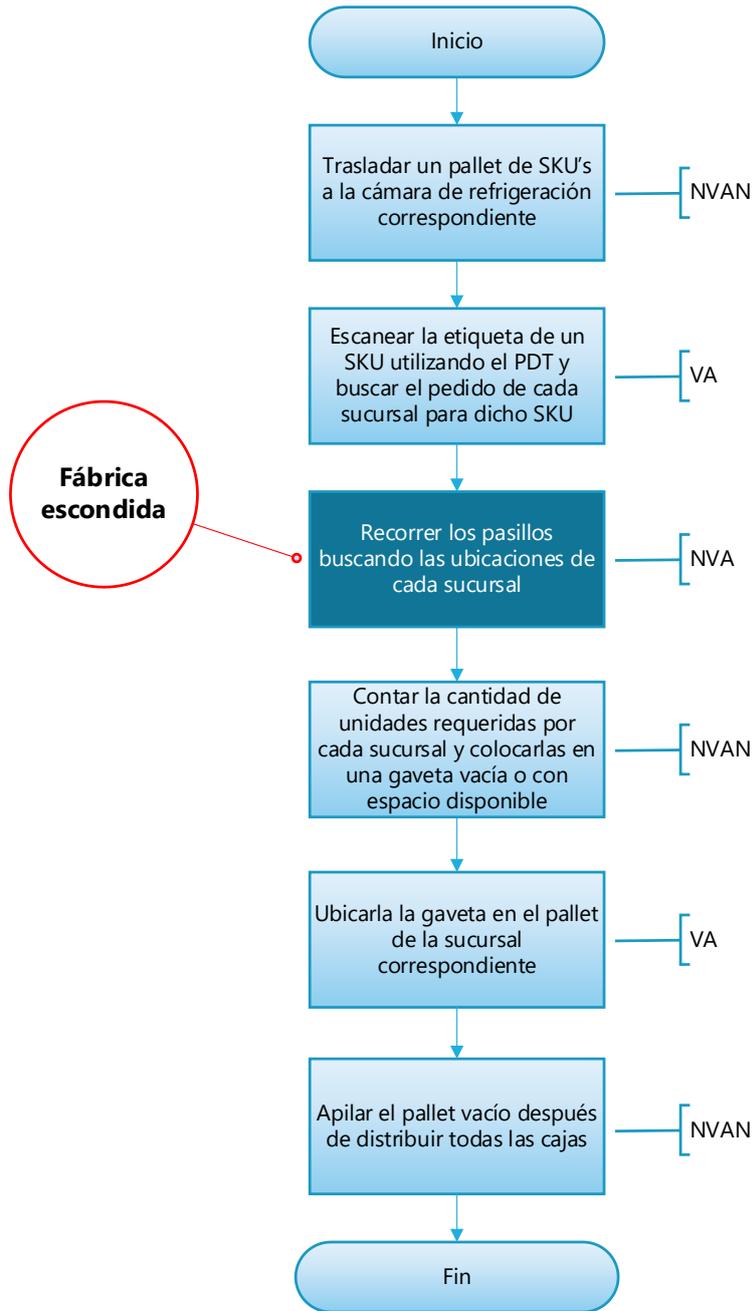
**DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO**

**CENTRO DE DISTRIBUCIÓN PARA COMIDA REFRIGERADA**

**PROCESO: ORDERS PREPARACIÓN DE ÓRDENES POR UNIDADES DE PRODUCTOS**

**PROCESO ACTUAL**

**ELABORADO STEFANNIE ZEAS**



**Figura 2.2 Diagrama de flujo de la preparación de órdenes por unidades de productos**

**[Fuente: Elaboración propia]**

**Tabla 2.4. Actividades que agregan valor en la preparación de órdenes por unidades**

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>#</b>	<b>%</b>
Valor agregado	2	33%
No valor agregado	1	17%
No valor agregado pero necesarias	3	50%

**[Fuente: Elaboración propia]**

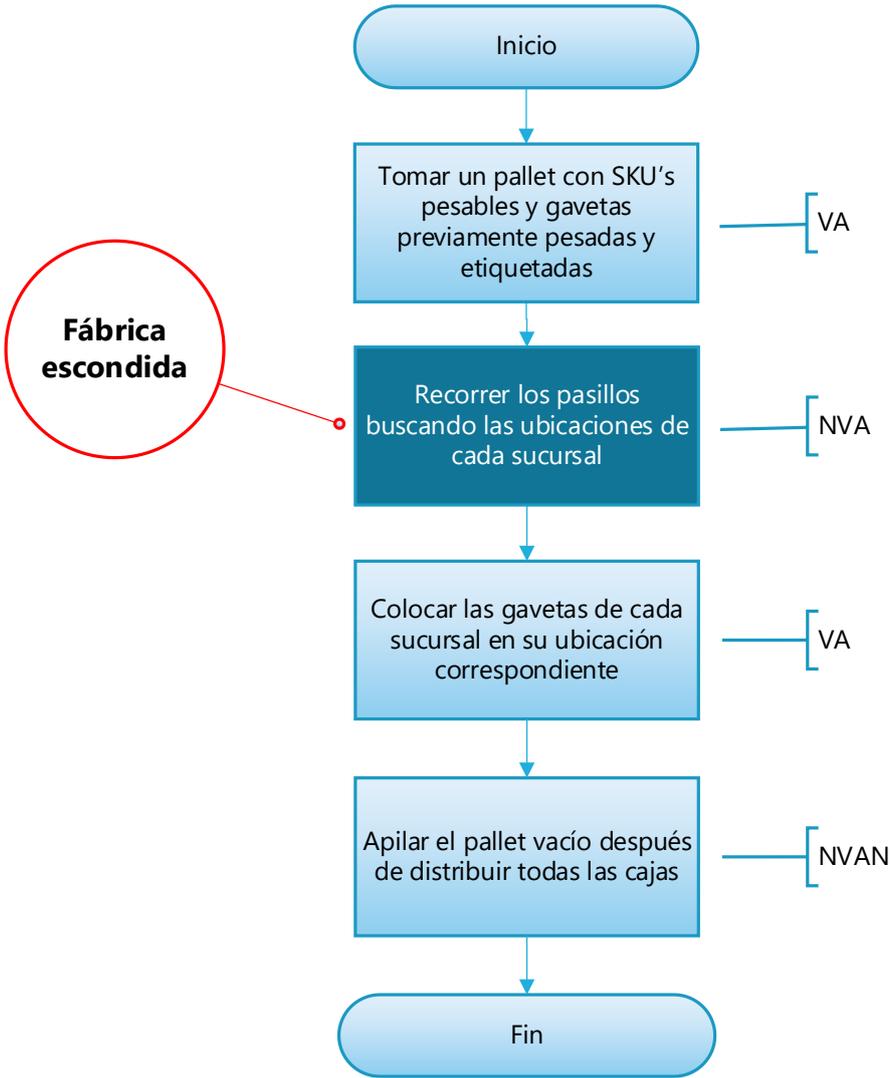
✓ **Preparación de órdenes por peso de los productos:**

**Tabla 2.5. Cámaras de refrigeración con preparación de órdenes por peso**

<b>CÁMARAS DE REFRIGERACIÓN</b>
CÁMARA DE CARNES Y EMBUTIDOS
CÁMARA DE VEGETALES Y FRUTAS FRÍOS
CÁMARA DE VEGETALES Y FRUTAS TROPICALES

**[Fuente: Elaboración propia]**

**DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO**  
**CENTRO DE DISTRIBUCIÓN PARA COMIDA REFRIGERADA**  
**PROCESO: ORDERS PREPARACIÓN DE ÓRDENES POR PESO DE PRODUCTOS**  
**PROCESO ACTUAL**  
**ELABORADO STEFANNIE ZEAS**



**Figura 2.3 Diagrama de flujo de la preparación de órdenes por peso de productos**

**[Fuente: Elaboración propia]**

**Tabla 2.6. Actividades que agregan valor en la preparación de órdenes por peso**

ACTIVIDADES	#	%
Valor agregado	2	50%
No valor agregado	1	25%
No valor agregado pero necesarias	1	25%

**[Fuente: Elaboración propia]**

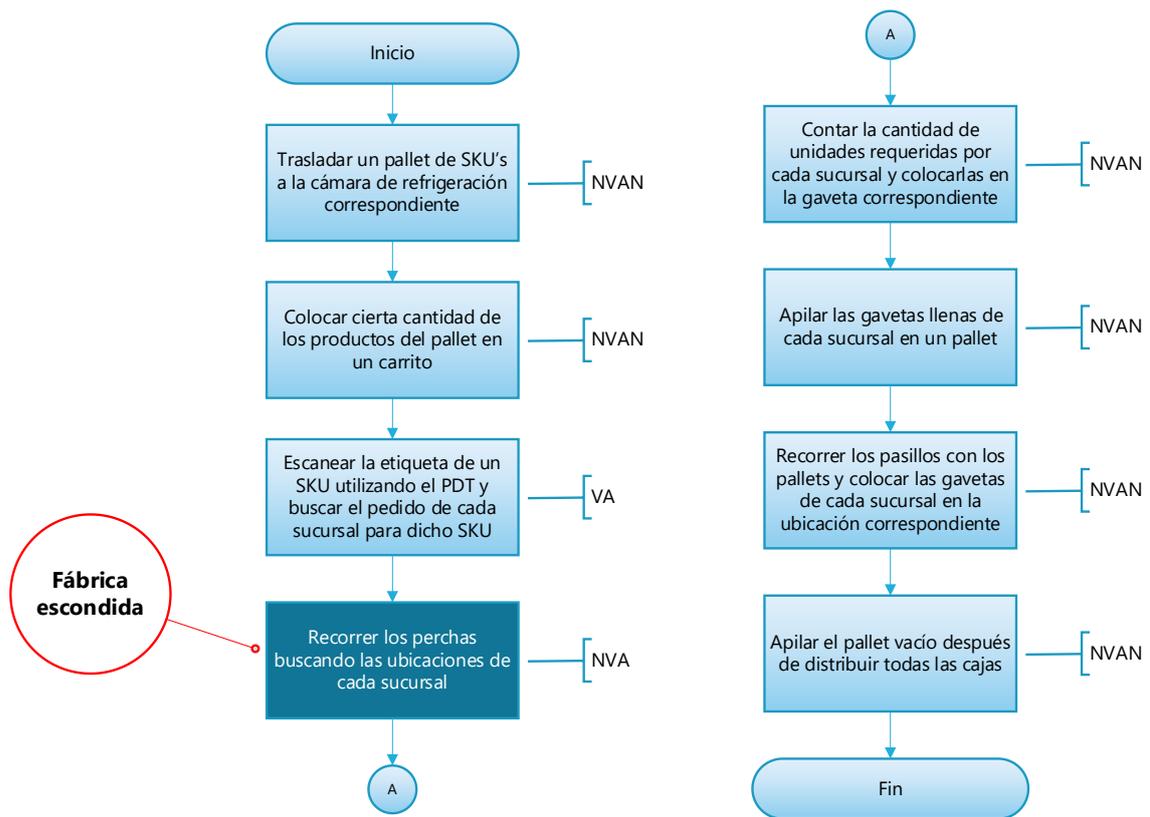
✓ **Preparación de órdenes en percha:**

**Tabla 2.7. Cámaras de refrigeración con preparación de órdenes por percha**

CÁMARAS DE REFRIGERACIÓN
CÁMARA DE LÁCTEOS
CÁMARA DE VEGETALES Y FRUTAS FRÍOS

**[Fuente: Elaboración propia]**

**DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO**  
**CENTRO DE DISTRIBUCIÓN PARA COMIDA REFRIGERADA**  
**PROCESO: ORDERS PREPARACIÓN DE ÓRDENES POR PERCHA**  
**PROCESO ACTUAL**  
**ELABORADO STEFANNIE ZEAS**



**Figura 2.4 Diagrama de flujo de la preparación de órdenes por percha**

**[Fuente: Elaboración propia]**

**Tabla 2.8. Actividades que agregan valor en la preparación de órdenes por percha**

ACTIVIDADES	#	%
Valor agregado	1	12.5%
No valor agregado	1	12.5%
No valor agregado pero necesarias	6	75%

**[Fuente: Elaboración propia]**

Después de conocer los tipos de preparación de órdenes que se tienen, se procedió a realizar un plan de recolección de datos mostrado en la siguiente tabla:

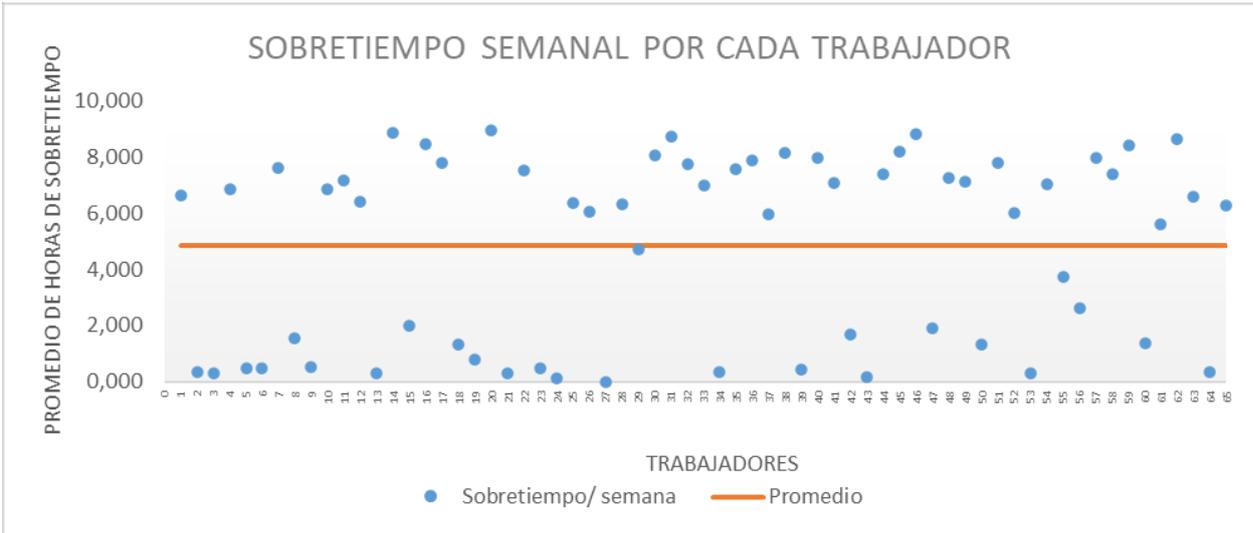
**Tabla 2.9. Plan de recolección de datos**

¿QUÉ?	UNIDAD DE MEDIDA	TIPO DE DATOS	¿CUÁNDO?	MÉTODO DE RECOLECCIÓN	FACTOR DE ESTRATIFICACIÓN	¿POR QUÉ?	¿QUIÉN?	MÉTODO DE VERIFICACIÓN
Sobretiempo semanal de los preparadores de órdenes	Horas	Cuantitativos Continuo	jun-21	Base de datos de horas trabajadas	Preparadores de órdenes, turnos	Estimar la carga laboral de cada trabajador	Steffannie Zeas	Verificar el sistema de marcación de entrada/salida
Tiempo del proceso de preparación de órdenes	Horas = (Cantidad de paquetes colocados / Productividad de preparación de órdenes)	Cuantitativos Continuo	jun-21	Base de datos de preparación de órdenes	Tipos de preparación de órdenes	Identificar el cuello de botella del proceso	Steffannie Zeas	Recolección de una muestra
Productividad de la preparación de órdenes	Cantidad de paquetes colocados/ horas trabajadas	Cuantitativos Continuo	jun-21	Base de datos de preparación de órdenes	Tipos de preparación de órdenes, cámaras de refrigeración	Medir el tiempo por cada actividad	Steffannie Zeas	Recolección de una muestra

[Fuente: Elaboración propia]

**2.1.1 Sobretiempo semanal por trabajador**

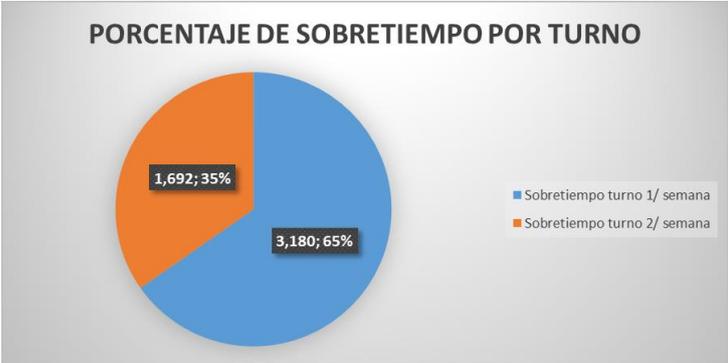
La figura 2.5 muestra el promedio de sobretiempo semanal de los preparadores de órdenes, los cuales han sido 65 en total desde el comienzo del año hasta la fecha en la que se tomaron los datos, así mismo se aprecia el promedio el cual es aproximadamente 5 horas de sobretiempo semanal por cada trabajador.



**Figura 2.5 Gráfico del promedio semanal de sobretiempo por cada trabajador**

[Fuente: Elaboración propia]

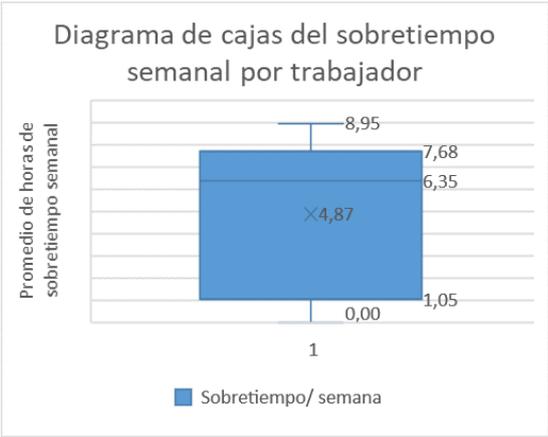
También se calculó el promedio de sobretiempo por turno (figura 2.6) tomando en consideración que hay dos turnos de trabajo:



**Figura 2.6 Gráfico del porcentaje de sobretiempo por turno**

**[Fuente: Elaboración propia]**

En la figura 2.7 se aprecia el diagrama de cajas en donde el promedio de sobretiempo semanal es 4,87 horas por trabajador, la mitad de los preparadores de órdenes realizan entre 1,05 y 6,35 horas extras por semana y la otra mitad realiza entre 6,35 y 7,68 horas de sobretiempo.



**Figura 2.7 Diagrama de cajas del sobretiempo semanal**

**[Fuente: Elaboración propia]**

## 2.1.2 Productividad del proceso de preparación de órdenes

En esta sección se presenta la productividad por cada tipo de preparación de órdenes en cada cámara de refrigeración:

- Cámara de carnes y embutidos:

**Tabla 2.10. Productividad en la cámara de carnes y embutidos**

TIPOS DE PREPARACIÓN DE ÓRDENES	PRODUCTIVIDAD PROMEDIO (PAQUETES COLOCADOS/ HORA)
CAJAS	81
UNIDADES	770
PESABLES	110

[Fuente: Elaboración propia]

- Cámara de lácteos y derivados:

**Tabla 2.11. Productividad en la cámara de lácteos y derivados**

TIPOS DE PREPARACIÓN DE ÓRDENES	PRODUCTIVIDAD PROMEDIO (PAQUETES COLOCADOS/HORA)
PERCHA	956
CAJAS	108
UNIDADES	781

[Fuente: Elaboración propia]

- Cámara de vegetales y frutas fríos:

**Tabla 2.12. Productividad en la cámara de carnes y embutidos**

TIPOS DE PREPARACIÓN DE ÓRDENES	PRODUCTIVIDAD PROMEDIO (PAQUETES COLOCADOS/HORA)
UNIDADES	756
CAJAS	156
PERCHA	965

[Fuente: Elaboración propia]

- Cámara de vegetales y frutas tropicales:

**Tabla 2.13. Productividad en la cámara de carnes y embutidos**

TIPOS DE PREPARACIÓN DE ÓRDENES	PRODUCTIVIDAD PROMEDIO (PAQUETES COLOCADOS/HORA)
CAJAS	122
UNIDADES	756

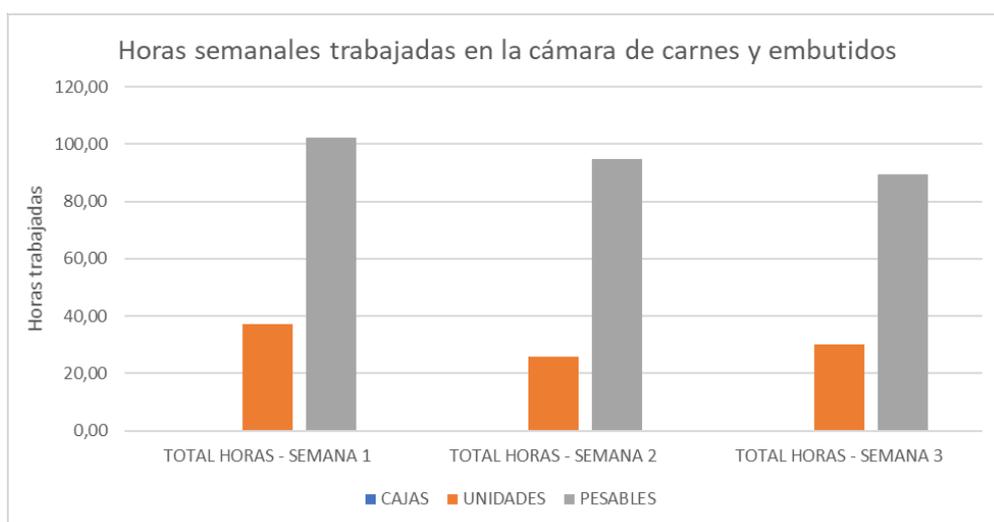
[Fuente: Elaboración propia]

### 2.1.3 Tiempo del proceso de preparación de órdenes

En esta sección se presenta un gráfico del total de horas trabajadas por cada tipo de preparación de órdenes en cada cámara de refrigeración utilizando los datos de volumen de despachado durante tres semanas y la productividad mediante la ecuación 2.1:

$$\text{Horas trabajadas en la preparación de órdenes} = \frac{\text{Cantidad de paquetes colocados}}{\text{Promedio de productividad}} \quad (2.1)$$

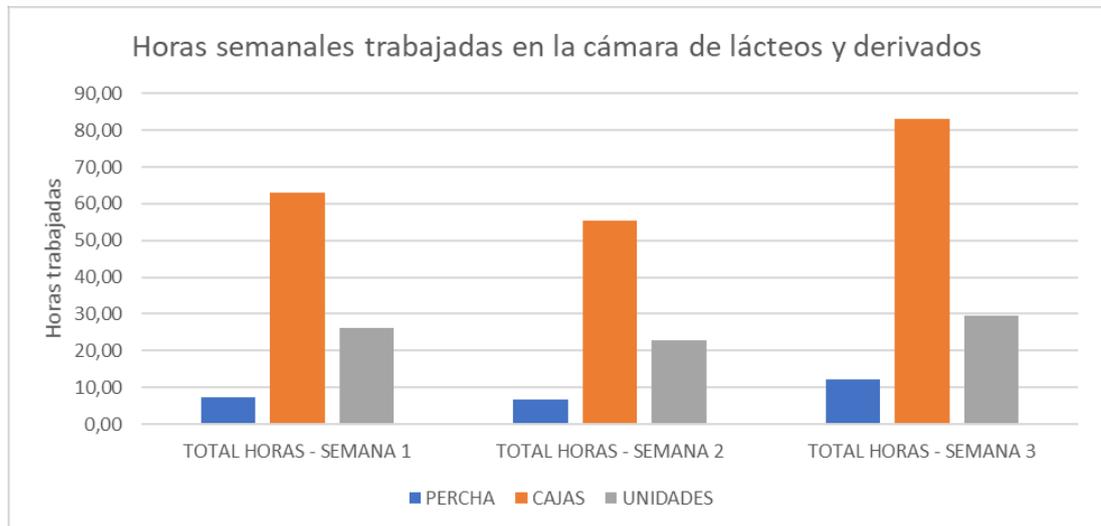
- Cámara de carnes y embutidos:



**Figura 2.8 Gráfico de horas trabajadas en la cámara de refrigeración de carnes y embutidos**

[Fuente: Elaboración propia]

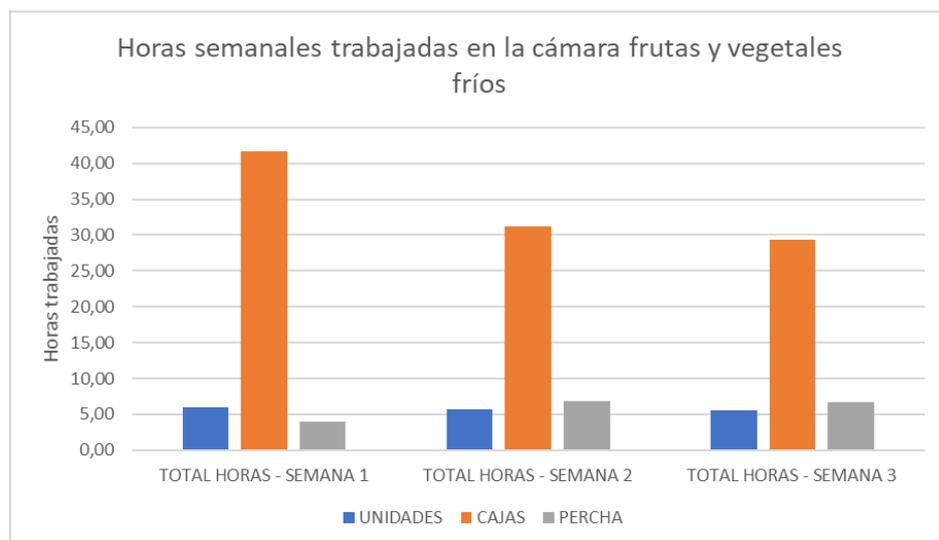
- Cámara de lácteos y derivados:



**Figura 2.9 Gráfico de horas trabajadas en la cámara de refrigeración de productos lácteos y derivados**

[Fuente: Elaboración propia]

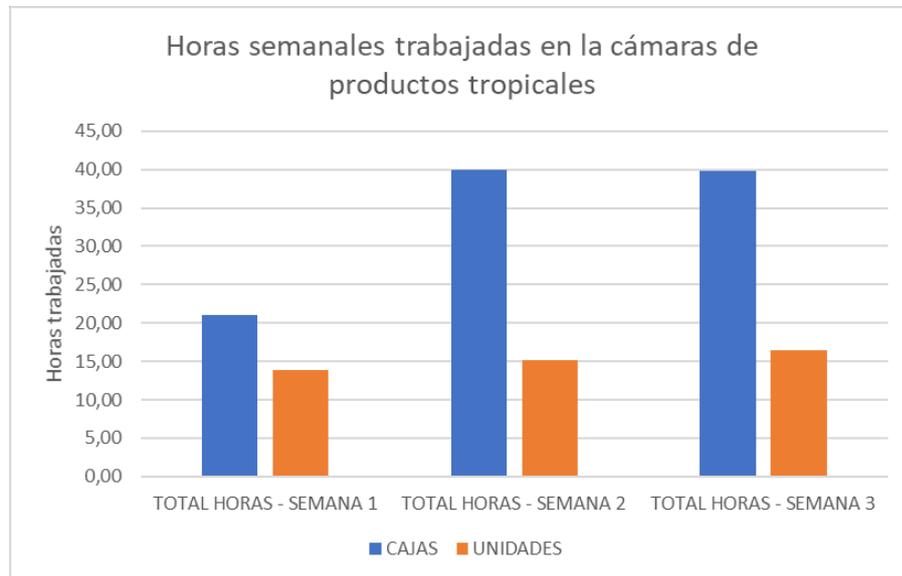
- Cámara de vegetales y frutas fríos:



**Figura 2.10 Gráfico de horas trabajadas en la cámara de refrigeración de frutas y vegetales fríos**

[Fuente: Elaboración propia]

- Cámara de vegetales y frutas tropicales:



**Figura 2.11 Gráfico de horas trabajadas en la cámara de refrigeración de frutas y vegetales tropicales**

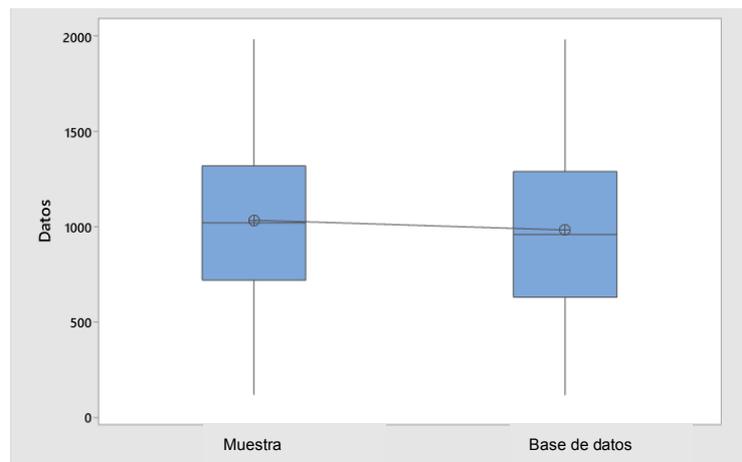
**[Fuente: Elaboración propia]**

#### 2.1.4 Confiabilidad de los datos

Toda la información utilizada para el análisis anterior fue tomada de bases de datos existentes en la empresa, por lo que se procedió a realizar un análisis de confiabilidad de estas:

- Base de datos de marcación de entrada/salida de los trabajadores: Se realizó una observación directa durante la marcación de entrada y de salida de algunos trabajadores y se comprobó que los datos concordaban con los registros de la base de datos.
- Base de datos de productividad de preparación de órdenes: Se tomo una muestra de 40 observaciones en el área de preparación de órdenes de productos lácteos

y derivados y se observó que la cantidad de paquetes colocados coincidieron con el registro de la base de datos, así mismo el tiempo total y la hora registrada. Para la productividad se realizó una hipótesis de medias, obteniendo que las medias de productividad entre el registro manual de las observaciones y el de la base de datos son iguales, por tanto, la data sí es confiable. A continuación, se muestra la figura 2.12 con la comparación del gráfico de cajas entre ambas datas.



**Figura 2.12 Diagrama de cajas de la muestra y la base de datos de la productividad de preparación de órdenes**  
**[Fuente: Elaboración propia]**

### 2.1.5 Análisis del proceso

Para realizar el análisis del proceso se requirió usar el software Minitab para comprobar la normalidad de los datos, obtener las gráficas de control y determinar la capacidad del proceso. En la tabla 2.14 se muestra resumido el resultado de las pruebas de normalidad para los datos de productividad de cada uno de los tipos de preparación de órdenes, cabe recalcar que para todos los casos se utilizó una confiabilidad de 95%.

Siguiendo el procedimiento de Roldán (1996), se realizó la siguiente prueba de hipótesis para todos los casos:

- Ho: La data sigue una distribución normal
- H1: La data no sigue una distribución normal

**Tabla 2.14. Resultados de las pruebas de Normalidad**

	VALOR P	RESULTADO	CONCLUSIÓN
<b>CÁMARA DE CARNES</b>			
Preparación de órdenes por cajas	0,106	Valor $p > \alpha$	No se rechaza $H_0$
Preparación de órdenes por unidades	0,150	Valor $p > \alpha$	No se rechaza $H_0$
Preparación de órdenes por peso	0,078	Valor $p > \alpha$	No se rechaza $H_0$
<b>CÁMARA DE LÁCTEOS</b>			
Preparación de órdenes por cajas	> 0,150	Valor $p > \alpha$	No se rechaza $H_0$
Preparación de órdenes por unidades	> 0,150	Valor $p > \alpha$	No se rechaza $H_0$
Preparación de órdenes por percha	> 0,150	Valor $p > \alpha$	No se rechaza $H_0$
<b>CÁMARA DE FRUTAS Y VEGETALES FRÍOS</b>			
Preparación de órdenes por cajas	> 0,150	Valor $p > \alpha$	No se rechaza $H_0$
Preparación de órdenes por unidades	> 0,150	Valor $p > \alpha$	No se rechaza $H_0$
Preparación de órdenes por percha	0,073	Valor $p > \alpha$	No se rechaza $H_0$
<b>CÁMARA DE FRUTAS Y VEGETALES TROPICALES</b>			
Preparación de órdenes por cajas	> 0,150	Valor $p > \alpha$	No se rechaza $H_0$
Preparación de órdenes por unidades	0,084	Valor $p > \alpha$	No se rechaza $H_0$

[Fuente: Elaboración propia]

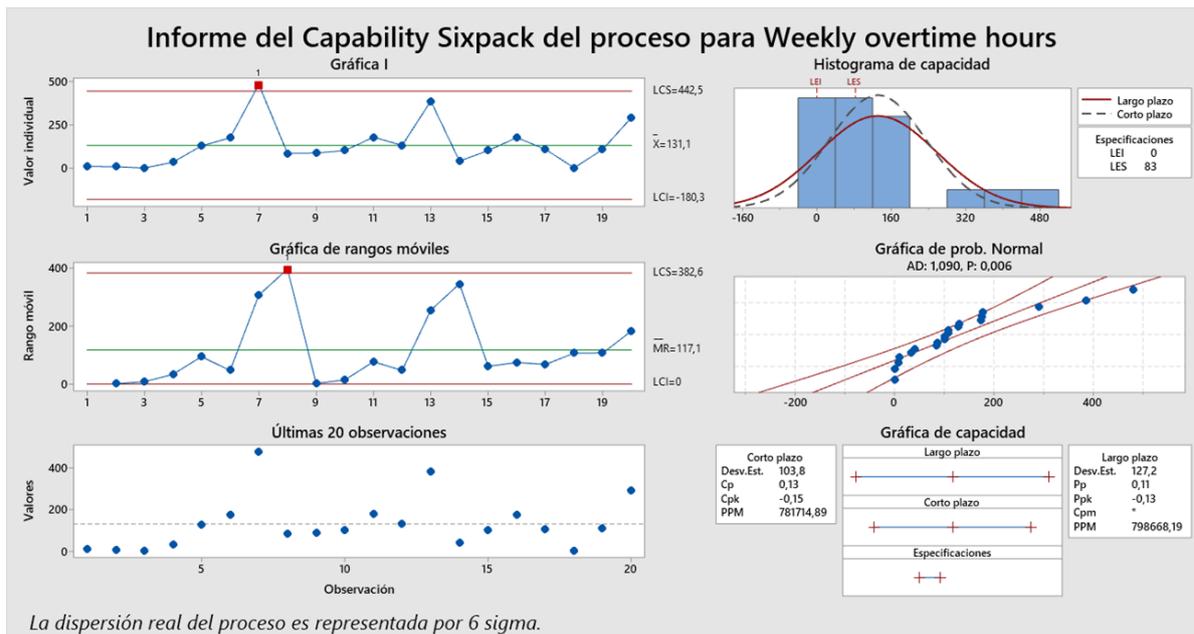
Los resultados de las cartas de control se muestran en la tabla 2.15:

**Tabla 2.15. Resultados de las gráficas de control**

	CONCLUSIÓN
<b>CÁMARA DE CARNES</b>	
Preparación de órdenes por cajas	Bajo control
Preparación de órdenes por unidades	Bajo control
Preparación de órdenes por peso	Bajo control
<b>CÁMARA DE LÁCTEOS</b>	
Preparación de órdenes por cajas	Bajo control
Preparación de órdenes por unidades	Bajo control
Preparación de órdenes por percha	Bajo control
<b>CÁMARA DE FRUTAS Y VEGETALES FRÍOS</b>	
Preparación de órdenes por cajas	Bajo control
Preparación de órdenes por unidades	Bajo control
Preparación de órdenes por percha	Bajo control
<b>CÁMARA DE FRUTAS Y VEGETALES TROPICALES</b>	
Preparación de órdenes por cajas	Bajo control
Preparación de órdenes por unidades	Bajo control

[Fuente: Elaboración propia]

Y finalmente para el análisis de capacidad se muestra la figura 2.13 en donde se aprecia un informe de seis gráficas de capacidad para una muestra de productividad, del cual se puede determinar que el proceso no es capaz ya que no se encuentra dentro de los límites de especificación según el Histograma de capacidad y la gráfica de capacidad, por tanto, el proceso requiere ser mejorado.

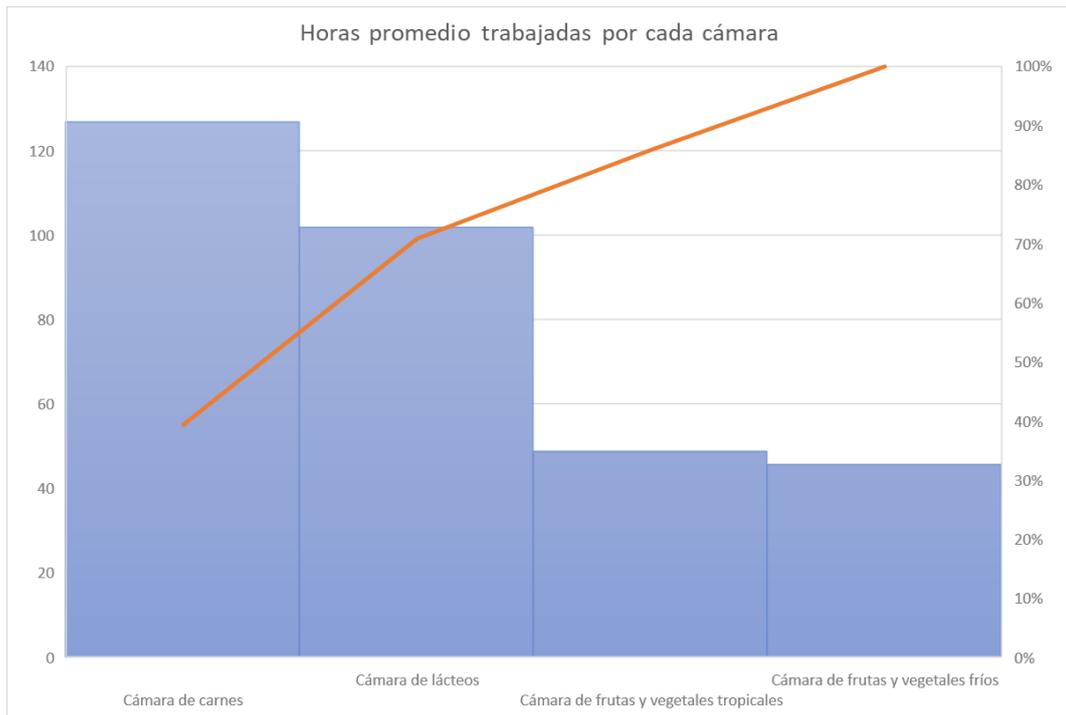


**Figura 2.13 Análisis gráfico de la capacidad del proceso**

[Fuente: Elaboración propia]

### 2.1.6 Problema enfocado

En la figura 2.14 se muestra el gráfico de Pareto construido con el promedio de horas totales trabajadas por semana en cada cámara de refrigeración (Levin, Kalal, & Rodin, 2019).



**Figura 2.14 Diagrama de Pareto de las horas trabajadas en cada cámara de refrigeración**

**[Fuente: Elaboración propia]**

Se pudo determinar que las cámaras de carnes y de lácteos son las que representan la mayor cantidad de horas trabajadas, por tanto, es allí donde radicó el enfoque del proyecto. Recordando que con la ecuación 2.2 se calcula la cantidad de horas trabajadas es necesario conocer la productividad de la preparación de órdenes y aumentar dicha productividad con el fin de reducir las horas de trabajo y, por tanto, las horas de sobretiempo, es así como se fijó el objetivo de aumentar la productividad en 13% en los tipos de preparación de órdenes que conllevan mayor tiempo dentro de las cámaras.

## 2.2 Análisis

En esta etapa se realizó un análisis de los problemas enfocados, los cuales son la baja productividad de preparación de órdenes en las cámaras de carnes y lácteos, lo que equivale a alta cantidad de horas de trabajo en dichas cámaras.

## 2.2.1 Diagrama de Ishikawa

El primer paso es identificar las causas de los problemas con el equipo de trabajo (Celis & García, 2012). En las figuras 2.15 y 2.16 se muestran los diagramas construidos a partir de la información recolectada:

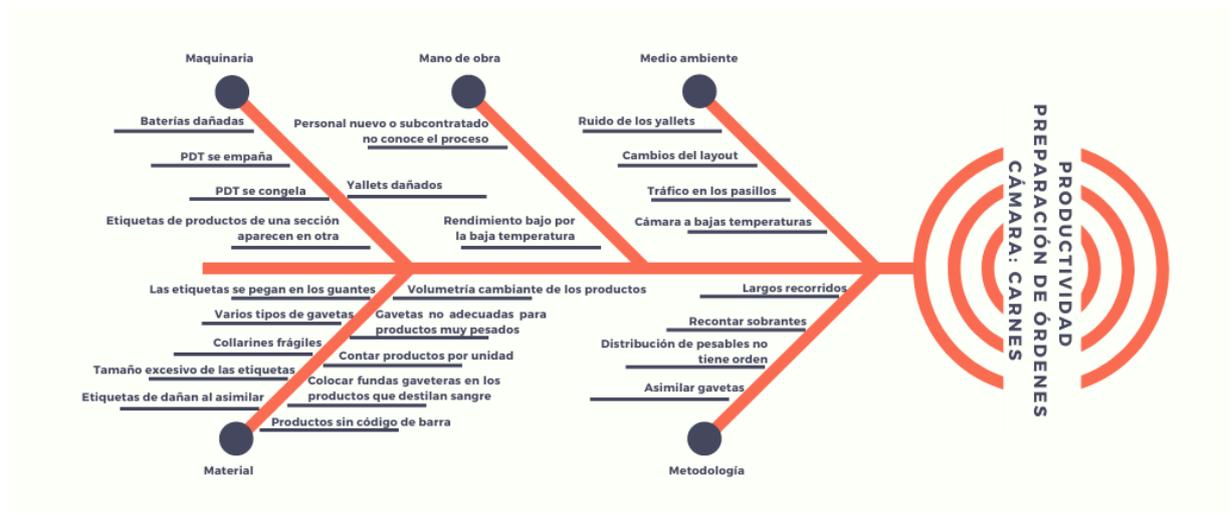


Figura 2.15 Diagrama Ishikawa para el problema enfocado 1  
[Fuente: Elaboración propia]

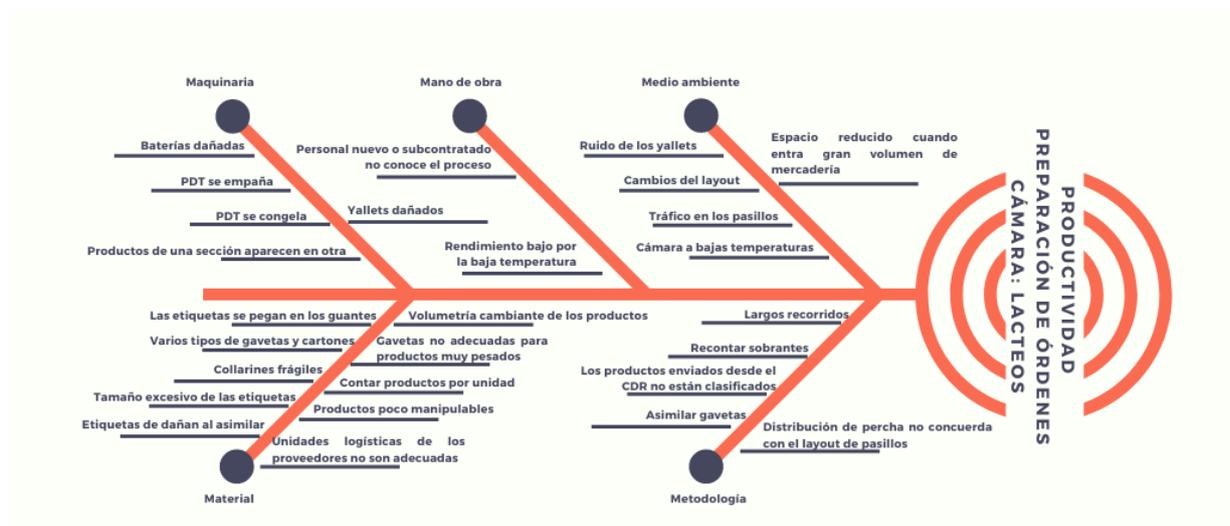


Figura 2.16 Diagrama Ishikawa para el problema enfocado 2  
[Fuente: Elaboración propia]

## 2.2.2 Matriz Causa – Efecto

El efecto de cada causa fue medido en la matriz causa efecto. En la tabla 2.16 se encuentran los rangos de medida para la frecuencia:

**Tabla 2.16. Rangos de medida para la frecuencia**

FRECUENCIA	
0	No sucede
1	Sucede al menos 1 vez al día
3	Sucede frecuentemente durante el día
9	Sucede durante toda la actividad de distribución

[Fuente: Elaboración propia]

En la tabla 2.17 se encuentran los rangos de medida para el impacto:

**Tabla 2.17. Rangos de medida para el impacto**

IMPACTO	
0	No impacta
1	Nivel de impacto bajo
3	Nivel de impacto medio
9	Nivel de impacto alto

[Fuente: Elaboración propia]

En la tabla 2.18 se encuentra la ponderación de cada criterio:

**Tabla 2.18. Ponderación de los factores**

PONDERACIÓN DE LOS FACTORES	
FRECUENCIA:	6
IMPACTO:	4

[Fuente: Elaboración propia]

En la tabla 2.19 se muestra la matriz llena para las causas de la baja productividad en la cámara de carnes:

**Tabla 2.19. Matriz Causa – Efecto para la productividad en la cámara de carnes**

MATRIZ CAUSA - EFECTO														
Y1: PRODUCTIVIDAD EN LA ACTIVIDAD DE PREPARACIÓN DE ÓRDENES EN LA CÁMARA DE CARNES														
#	CAUSAS  X's	ANALISTA DE PRODUCTIVIDAD		ASISTENTE OPERATIVO 1		ASISTENTE OPERATIVO 2		JEFE OPERATIVO		JEFE DEL CDAR		MODA		TOTAL
		FRECUENCIA	IMPACTO	FRECUENCIA	IMPACTO	FRECUENCIA	IMPACTO	FRECUENCIA	IMPACTO	FRECUENCIA	IMPACTO	FRECUENCIA	IMPACTO	
X1	Asimilación de gavetas en la distribución	9	9	9	9	9	3	9	9	9	9	9	9	90
X2	Largos recorridos en la distribución por pasillo	3	9	9	3	9	9	3	9	9	9	9	9	90
X3	Errores sistemáticos al imprimir etiquetas	1	3	0	0	3	3	1	3	3	3	1	3	18
X4	Funcionamiento del PDT a bajas temperaturas	1	9	3	3	9	9	1	1	1	9	1	9	42
X5	Baterías de los PDT en buen estado	1	9	3	3	3	3	1	1	1	9	1	9	42
X6	Funcionamiento de los equipos de transporte de mercadería	0	3	1	1	1	0	1	3	3	9	1	3	18
X7	Cruce de los estadísticos en las balanzas y computadoras de otras cámaras	9	3	0	0	1	1	1	1	3	3	1	3	18
X8	Orden de apilado de las gavetas de percha difiere con el layout de pasillos	0	0	0	0	3	9	0	0	0	0	0	0	0
X9	Orden de apilado de los pesables difiere con el layout de pasillos	9	9	0	0	9	9	3	9	9	9	9	9	90
X10	Carencia de unidades logísticas	1	9	1	3	9	9	1	3	3	9	1	9	42
X11	Inapropiados Empaques/unidades logísticas de los proveedores	9	9	3	1	9	9	0	0	3	9	9	9	90
X12	Tendencia de los collarines a romperse al ser manipulados	3	3	3	1	1	3	0	0	3	1	3	3	30
X13	Excedente tamaño de las etiquetas	9	3	9	3	9	9	9	1	9	9	9	3	66
X14	Ausencia del número de local y ubicación en las etiquetas	9	9	0	0	1	3	9	1	3	9	9	9	90
X15	Productos de delicada manipulación	3	3	9	9	3	9	3	9	9	9	9	3	66
X16	Contar grandes cantidades de productos por unidad	9	9	3	3	9	9	9	9	9	9	9	9	90
X17	Personal sin experiencia en las actividades de distribución	1	9	1	3	9	9	3	9	1	9	1	9	42
X18	Rendimiento del personal de acuerdo con la temperatura de la cámara	9	9	9	9	9	9	9	3	9	9	9	9	90
X19	Estrecho espacio para la distribución en las cámaras	3	1	1	1	0	0	1	3	0	9	1	1	10
X20	Errores o falta de señalización en el layout	3	3	0	0	1	0	3	9	1	9	3	0	18
X21	Dificultad al usar guantes de latex	9	9	3	3	9	9	1	0	1	1	9	9	90
X22	Tráfico en los pasillos de distribución (pallets/gavetas vacías)	3	9	9	3	3	3	9	3	3	9	3	3	30
X23	Pallets de mercadería considerablemente pesada	1	3	0	0	3	3	3	1	1	0	1	3	18
X24	Constantes cambios del layout	1	9	1	3	1	9	9	9	1	9	1	9	42

[Fuente: Elaboración propia]

En la tabla 2.20 se muestra la matriz llena para las causas de la baja productividad en la cámara de lácteos:

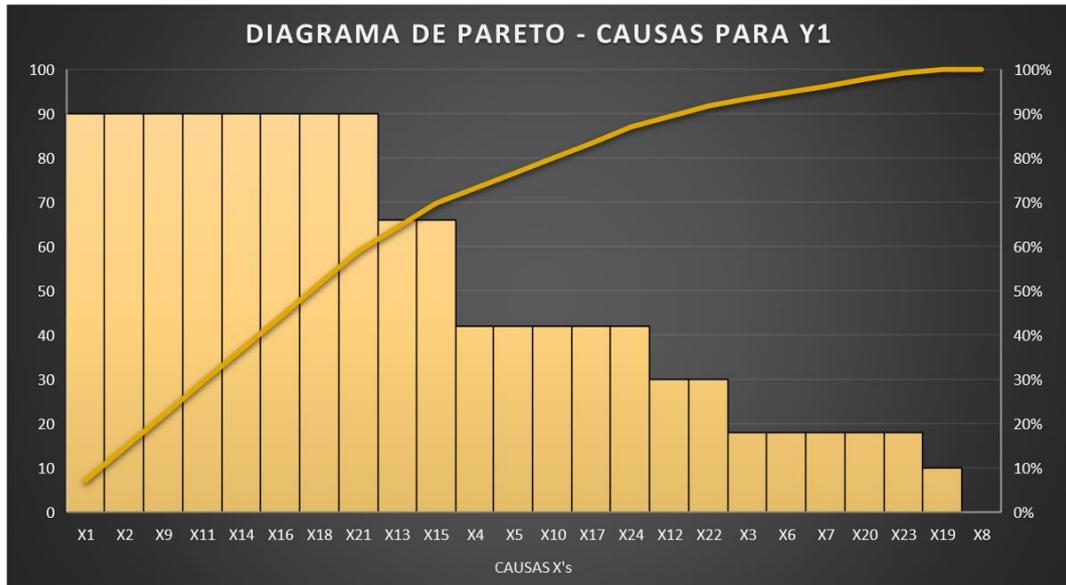
**Tabla 2.20. Matriz Causa – Efecto para la productividad en la cámara de lácteos**

MATRIZ CAUSA - EFECTO														
Y2: PRODUCTIVIDAD EN LA ACTIVIDAD DE PREPARACIÓN DE ÓRDENES EN LA CÁMARA DE LÁCTEOS														
#	CAUSAS  X's	ANALISTA DE PRODUCTIVIDAD		ASISTENTE OPERATIVO 1		ASISTENTE OPERATIVO 2		JEFE OPERATIVO		JEFE DEL CDAR		MODA		TOTAL
		FRECUENCIA	IMPACTO	FRECUENCIA	IMPACTO	FRECUENCIA	IMPACTO	FRECUENCIA	IMPACTO	FRECUENCIA	IMPACTO	FRECUENCIA	IMPACTO	
X1	Asimilación de gavetas en la distribución	3	9	3	1	0	0	9	9	3	1	3	9	54
X2	Largos recorridos en la distribución por pasillo	9	9	9	3	9	9	3	9	3	3	9	9	90
X3	Errores sistemáticos al imprimir etiquetas	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0
X4	Funcionamiento del PDT a bajas temperaturas	1	9	1	1	9	9	1	1	1	9	1	9	42
X5	Baterías de los PDT en buen estado	1	9	1	1	3	3	1	1	1	9	1	9	42
X6	Funcionamiento de los equipos de transporte de mercadería	0	3	1	1	1	0	1	3	3	9	1	3	18
X7	Cruce de los estadísticos en las balanzas y computadoras de otras cámaras	0	3	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
X8	Orden de apilado de las gavetas de percha difiere con el layout de pasillos	3	3	3	3	3	9	3	3	9	9	3	3	30
X9	Orden de apilado de los pesables difiere con el layout de pasillos	0	0	0	0	9	9	0	0	0	0	0	0	0
X10	Carencia de unidades logísticas	1	9	1	3	9	9	1	3	1	3	1	3	18
X11	Inapropiados Empaques/unidades logísticas de los proveedores	9	9	3	1	9	9	1	3	3	9	9	9	90
X12	Tendencia de los collarines a romperse al ser manipulados	3	3	3	1	1	3	0	0	3	1	3	3	30
X13	Excedente tamaño de las etiquetas	9	3	9	3	9	9	1	3	3	9	3	9	66
X14	Ausencia del número de local y ubicación en las etiquetas	3	1	0	0	1	3	0	0	9	9	0	0	0
X15	Productos de delicada manipulación	1	1	3	3	9	3	9	3	3	9	3	3	30
X16	Contar grandes cantidades de productos por unidad	9	9	3	3	9	9	1	1	9	9	9	9	90
X17	Personal sin experiencia en las actividades de distribución	1	9	1	3	9	9	3	9	1	1	1	9	42
X18	Rendimiento del personal de acuerdo con la temperatura de la cámara	3	9	3	3	9	3	9	3	9	9	9	3	66
X19	Estrecho espacio para la distribución en las cámaras	9	9	1	1	0	0	1	3	9	9	9	9	90
X20	Errores o falta de señalización en el layout	9	3	0	0	1	0	1	3	1	9	1	3	18
X21	Dificultad al usar guantes de latex	9	9	3	3	9	9	1	0	1	1	9	9	90
X22	Tráfico en los pasillos de distribución (pallets/gavetas vacías)	9	3	3	1	0	0	9	3	1	9	9	3	66
X23	Pallets de mercadería considerablemente pesada	3	3	0	0	3	3	3	1	1	1	3	3	30
X24	Constantes cambios del layout	1	3	0	0	1	9	9	9	0	1	1	9	42

[Fuente: Elaboración propia]

### 2.2.3 Causas potenciales

Se realizó un diagrama de Pareto (figura 2.17) a partir del total obtenido en cada causa con el fin de identificar las más significativas.



**Figura 2.17 Diagrama de Pareto de las causas potenciales para el problema enfocado 1**

[Fuente: Elaboración propia]

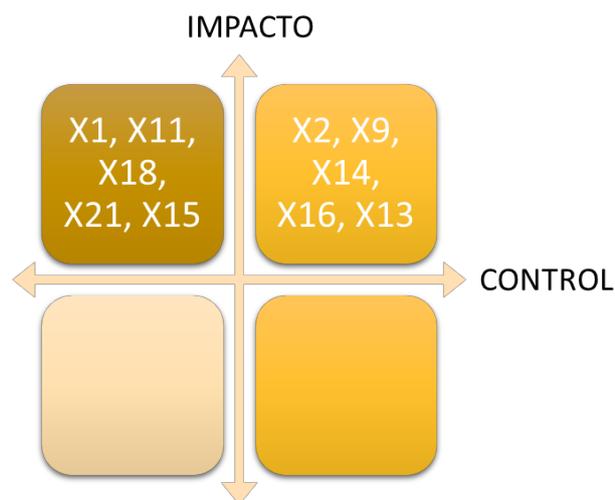
En la tabla 2.21 se resumen las principales causas:

**Tabla 2.21. Causas potenciales para la productividad en la cámara de carnes**

PRINCIPALES CAUSAS IDENTIFICADAS EN LA MATRIZ CAUSA-EFECTO		
#	X's	Descripción
1	X1	Asimilación de gavetas en la distribución
2	X2	Largos recorridos en la distribución por pasillo
3	X9	Orden de apilado de los pesables difiere con el layout de pasillos
4	X11	Inapropiados Empaques/unidades logísticas de los proveedores
5	X14	Ausencia del número de local y ubicación en las etiquetas
6	X16	Contar grandes cantidades de productos por unidad
7	X18	Rendimiento del personal de acuerdo con la temperatura de la cámara
8	X21	Dificultad al usar guantes de latex
9	X13	Excedente tamaño de las etiquetas

[Fuente: Elaboración propia]

Posteriormente se realizó una matriz impacto control (figura 2.18) para filtrar las causas que causan alto impacto y que se pueden controlar.



**Figura 2.18 Matriz Impacto – Control para las causas del problema enfocado 1**  
**[Fuente: Elaboración propia]**

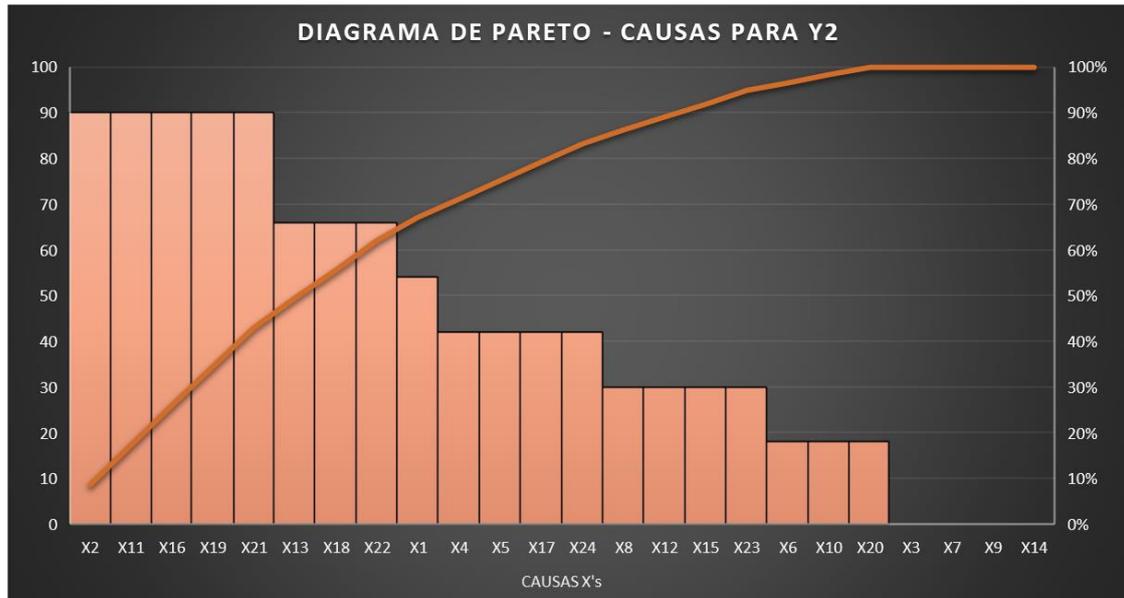
Y es así como de la matriz se pudieron determinar las principales causas de la baja productividad en la cámara de carnes y que se pueden controlar, las cuales se resumen en la tabla 2.22:

**Tabla 2.22. Principales causas potenciales para la productividad en la cámara de carnes**

PRINCIPALES CAUSAS IDENTIFICADAS EN LA MATRIZ CAUSA-EFECTO		
#	X's	Descripción
2	X2	Largos recorridos en la distribución por pasillo
3	X9	Orden de apilado de los pesables difiere con el layout de pasillos
5	X14	Ausencia del número de local y ubicación en las etiquetas
6	X16	Contar grandes cantidades de productos por unidad
9	X13	Excedente tamaño de las etiquetas

**[Fuente: Elaboración propia]**

Se realizó el mismo procedimiento para la cámara de lácteos. En la figura 2.19 se observa el diagrama de Pareto de las causas.



**Figura 2.19 Diagrama de Pareto de las causas potenciales para el problema enfocado 2**

[Fuente: Elaboración propia]

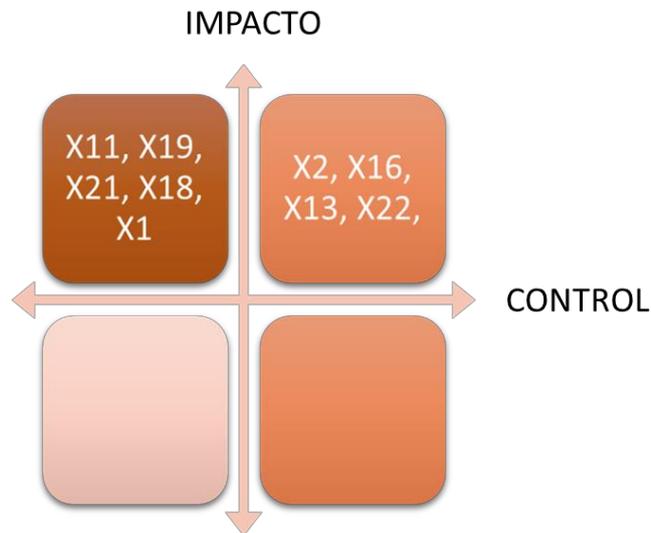
En la tabla 2.23 se resumen las principales causas:

**Tabla 2.23. Causas potenciales para la productividad en la cámara de lácteos**

PRINCIPALES CAUSAS IDENTIFICADAS EN LA MATRIZ CAUSA-EFECTO		
#	X's	Descripción
1	X2	Largos recorridos en la distribución por pasillo
2	X11	Inapropiados Empaques/unidades logísticas de los proveedores
3	X16	Contar grandes cantidades de productos por unidad
4	X19	Estrecho espacio para la distribución en las cámaras
5	X21	Dificultad al usar guantes de latex
6	X13	Excedente tamaño de las etiquetas
7	X18	Rendimiento del personal de acuerdo con la temperatura de la cámara
8	X22	Tráfico en los pasillos de distribución (pallets/gavetas vacías)
9	X1	Asimilación de gavetas en la distribución

[Fuente: Elaboración propia]

La matriz impacto control de muestra en la figura 2.20:



**Figura 2.20 Matriz Impacto – Control para las causas del problema enfocado 2**  
**[Fuente: Elaboración propia]**

Las principales causas de la baja productividad en la cámara de lácteos y que se pueden controlar se resumen en la tabla 2.24:

**Tabla 2.24. Principales causas potenciales para la productividad en la cámara de lácteos**

PRINCIPALES CAUSAS IDENTIFICADAS EN LA MATRIZ CAUSA-EFECTO		
#	X's	Descripción
1	X2	Largos recorridos en la distribución por pasillo
3	X16	Contar grandes cantidades de productos por unidad
6	X13	Excedente tamaño de las etiquetas
8	X22	Tráfico en los pasillos de distribución (pallets/gavetas vacías)

**[Fuente: Elaboración propia]**

#### 2.2.4 Plan de verificación de causas

A partir de las principales y controlables causas que se encontraron para Y1 y Y2, se construyó el plan de verificación de causas de la tabla 2.25.

**Tabla 2.25. Plan de verificación de causas**

MATRIZ DE VERIFICACIÓN DE CAUSAS POTENCIALES					
#	X's	Descripción	Teoría	Método de verificación	Estado
1	X2	Largos recorridos en la distribución por pasillo	Se realizan largos recorridos no productivos	Data histórica - Productividad en la preparación de órdenes en percha y en pasillos	Por verificar
2	X9	Orden de apilado de los pesables difiere con el layout de pasillos	Se pierde tiempo recorriendo los pasillos buscando las ubicaciones de las sucursales	Data histórica - tiempo de preparar órdenes con gavetas ordenadas/desordenadas	Por verificar
3	X14	Ausencia del número de local y ubicación en las etiquetas	Se pierde tiempo consultando en el sistema las ubicaciones o buscándolas visualmente	Gemba: Estadística - tiempo de encontrar una sucursal con y sin ubicación indicada	Por verificar
4	X16	Contar grandes cantidades de productos por unidad	Contar unidades toma más tiempo que contar subempaques o cajas	Data histórica: Estadística de preparar órdenes con productos en caja y productos en unidades	Por verificar
5	X13	Excedente tamaño de las etiquetas con respecto al porta etiquetas	Acomodar las etiquetas para que se ajusten al collarín toma más tiempo	Gemba: Identificar la dificultad en el proceso real	Por verificar
6	X22	Tráfico en los pasillos de distribución (pallets/gavetas vacías)	El tráfico afecta a la agilidad del proceso	Gemba: Evidenciar el tráfico en los pasillos de las cámaras	Por verificar

[Fuente: Elaboración propia]

### 2.2.5 Verificación de causas

- **Largos recorridos en la preparación de órdenes por pasillo:**

Se realizó una prueba de hipótesis de diferencia de medias entre la productividad de preparación de órdenes por unidades de productos en los pasillos y en la percha dado que la percha significa menor distancia recorrida. La hipótesis utilizada fue:

Ho: La diferencia entre las medias no es significativa

H1: La diferencia entre las medias es significativa

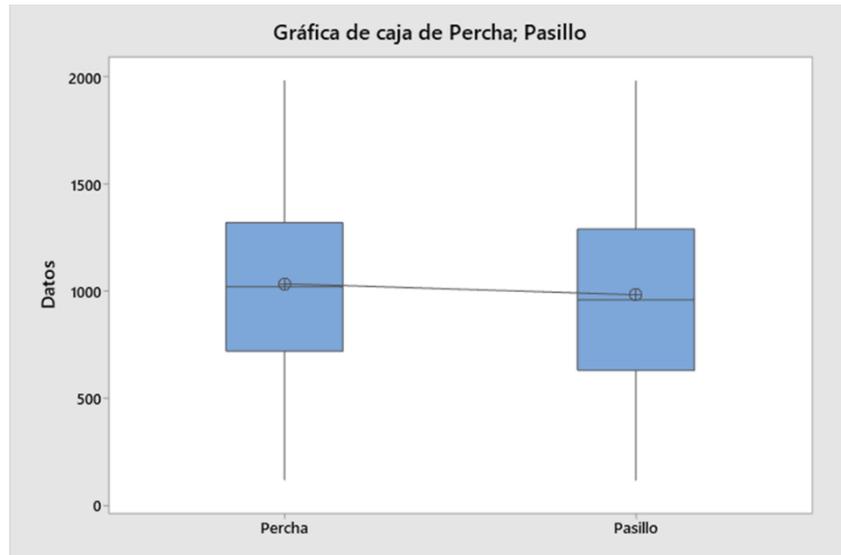
A partir de la data histórica en la sección 2.2 se puede calcular el n muestral para ambos casos, lo cual se resume en la tabla 2.26:

**Tabla 2.26. Cálculo de la muestra para la verificación de la causa 1**

	Cortos recorridos	Largos recorridos
<b>Promedio</b>	910	689
<b>Desviación</b>	371	254
<b><math>\alpha</math></b>	0,05	0,05
<b>Z</b>	1,96	1,96
<b>d</b>	50	50
<b>n</b>	211	213

[Fuente: Elaboración propia]

Se tomaron las n muestras de la base de datos de productividad de preparación de órdenes y se realizó la prueba en el software Minitab obteniendo la figura 2.21 como resultado:



**Figura 2.21 Gráfico de cajas de la productividad de preparación de órdenes en percha y en pasillo**

**[Fuente: Elaboración propia]**

El valor P fue 0,213 por lo que no se rechaza  $H_0$  y la diferencia de medias no es significativa.

- **Orden de apilado de los productos por peso difieren con el layout de los pasillos:**

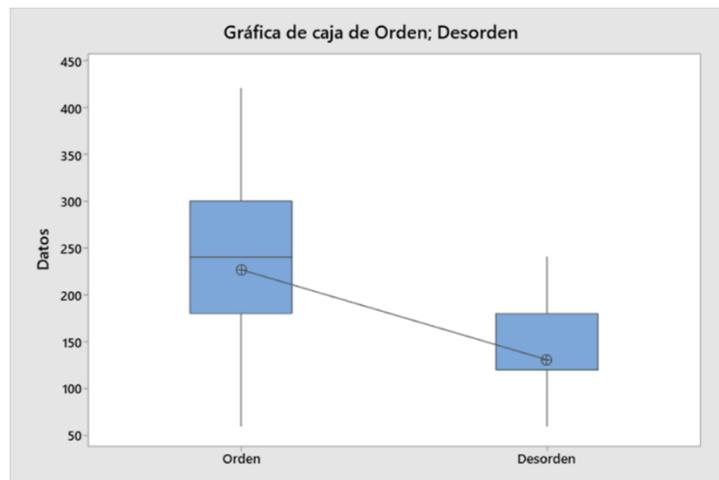
Se realizó una prueba de hipótesis de diferencia de medias entre la productividad de preparación de órdenes por paquetes ordenados y no ordenados. Se realizó el mismo procedimiento y se obtuvo el tamaño de la muestra en la tabla 2.27:

**Tabla 2.27. Cálculo de la muestra para la verificación de la causa 2**

	No ordenados	Ordenados
<b>Promedio</b>	130	232
<b>Desviación</b>	47	83
<b><math>\alpha</math></b>	0,05	0,05
<b>Z</b>	1,96	1,96
<b>d</b>	15	15
<b>n</b>	39	118

**[Fuente: Elaboración propia]**

Se realizó la prueba en el software Minitab obteniendo la figura 2.22 como resultado:



**Figura 2.22 Gráfico de cajas de la productividad de preparación de órdenes en orden y en desorden de los paquetes**

**[Fuente: Elaboración propia]**

El valor P fue 0,000 por lo que se rechaza  $H_0$  y la diferencia de medias sí es significativa.

- **Ausencia del número de local y ubicación en las etiquetas:**

Se realizó una prueba de hipótesis de diferencia de medias entre la productividad de preparación de órdenes en los casos en los que se requiere buscar la ubicación

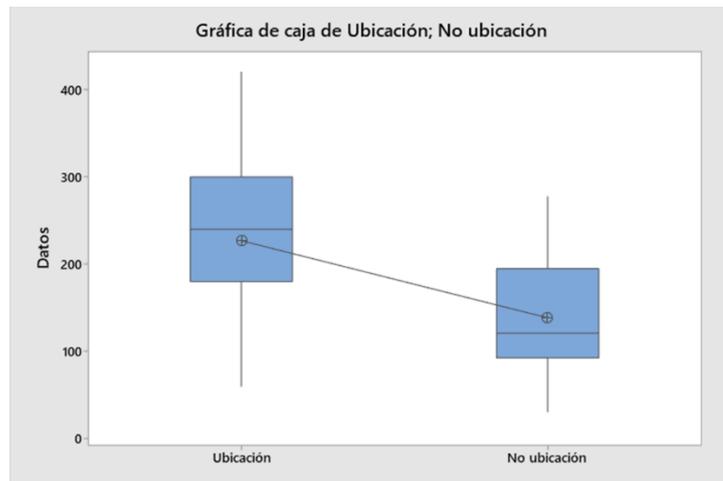
de la sucursal en el layout de la cámara y cuando no se requiere buscar porque el sistema del PDT indica la ubicación y el orden para colocar las órdenes. Se realizó el mismo procedimiento y se obtuvo el tamaño de la muestra en la tabla 2.28:

**Tabla 2.28. Cálculo de la muestra para la verificación de la causa 3**

	No ubicación	Ubicación
<b>Promedio</b>	145	232
<b>Desviación</b>	66	83
<b><math>\alpha</math></b>	0,05	0,05
<b>Z</b>	1,96	1,96
<b>d</b>	15	15
<b>n</b>	73	118

**[Fuente: Elaboración propia]**

Se realizó la prueba en el software Minitab obteniendo la figura 2.23 como resultado:



**Figura 2.23 Gráfico de cajas de la productividad de preparación de órdenes cuando se conoce y no se conoce la ubicación de las sucursales en el layout**

**[Fuente: Elaboración propia]**

El valor P fue 0,000 por lo que se rechaza  $H_0$  y la diferencia de medias sí es significativa.

- **Contar grandes cantidades de productos por unidad:**

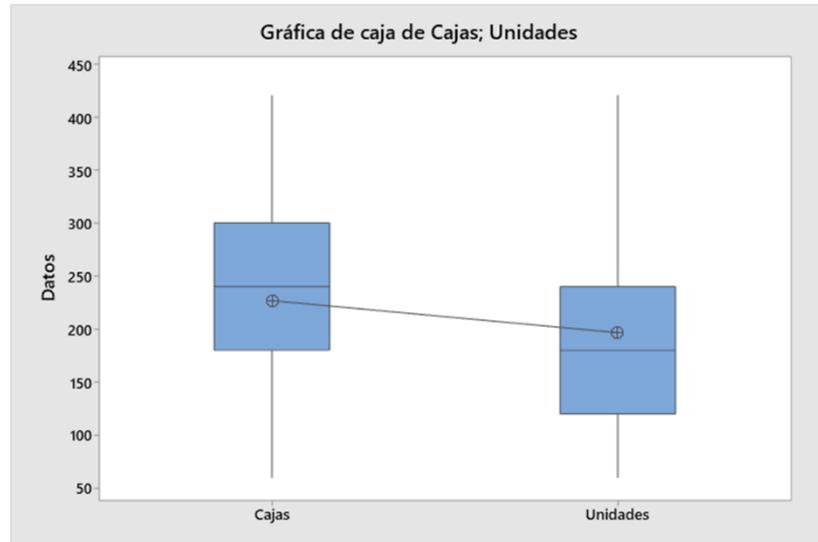
Se realizó una prueba de hipótesis de diferencia de medias entre la productividad de preparación de órdenes de productos en cajas (no se requiere contar unidades) y productos por unidades (se requiere contar unidades). Se realizó el mismo procedimiento y se obtuvo el tamaño de la muestra en la tabla 2.29:

**Tabla 2.29. Cálculo de la muestra para la verificación de la causa 4**

	<b>Unidades (Órdenes colocadas)</b>	<b>Cajas (Órdenes colocadas)</b>
<b>Promedio</b>	214	232
<b>Desviación</b>	78	83
<b><math>\alpha</math></b>	0,05	0,05
<b>Z</b>	1,96	1,96
<b>d</b>	15	15
<b>n</b>	105	118

**[Fuente: Elaboración propia]**

Se realizó la prueba en el software Minitab obteniendo la figura 2.24 como resultado:



**Figura 2.24 Gráfico de cajas de la productividad de preparación de órdenes por cajas y unidades de productos**  
**[Fuente: Elaboración propia]**

El valor P fue 0,011 por lo que se rechaza  $H_0$  y la diferencia de medias sí es significativa.

- **Excedente tamaño de las etiquetas con respecto al porta-etiquetas:**

En la figura 2.25 se evidencia el problema de tamaño con las etiquetas ya que no se ajusta al tamaño de los porta-etiquetas:



**Figura 2.25 Imagen del tamaño de las etiquetas de los paquetes**  
**[Fuente: Elaboración propia]**

El tiempo promedio que toma un preparador de órdenes en acomodar estas etiquetas en el porta-etiquetas es 10 segundos por lo que esta causa no se considera significativa.

- **Tráfico en los pasillos de preparación de órdenes:**

Se realizó una observación directa en la cámara de refrigeración de lácteos y de carnes durante varias horas del día y se evidenció tráfico durante toda la jornada de trabajo considerando ambos turnos, por lo que esta causa sí es significativa.

### 2.2.6 Causas verificadas

El resultado del plan de verificación de causas se presenta en la tabla 2.30:

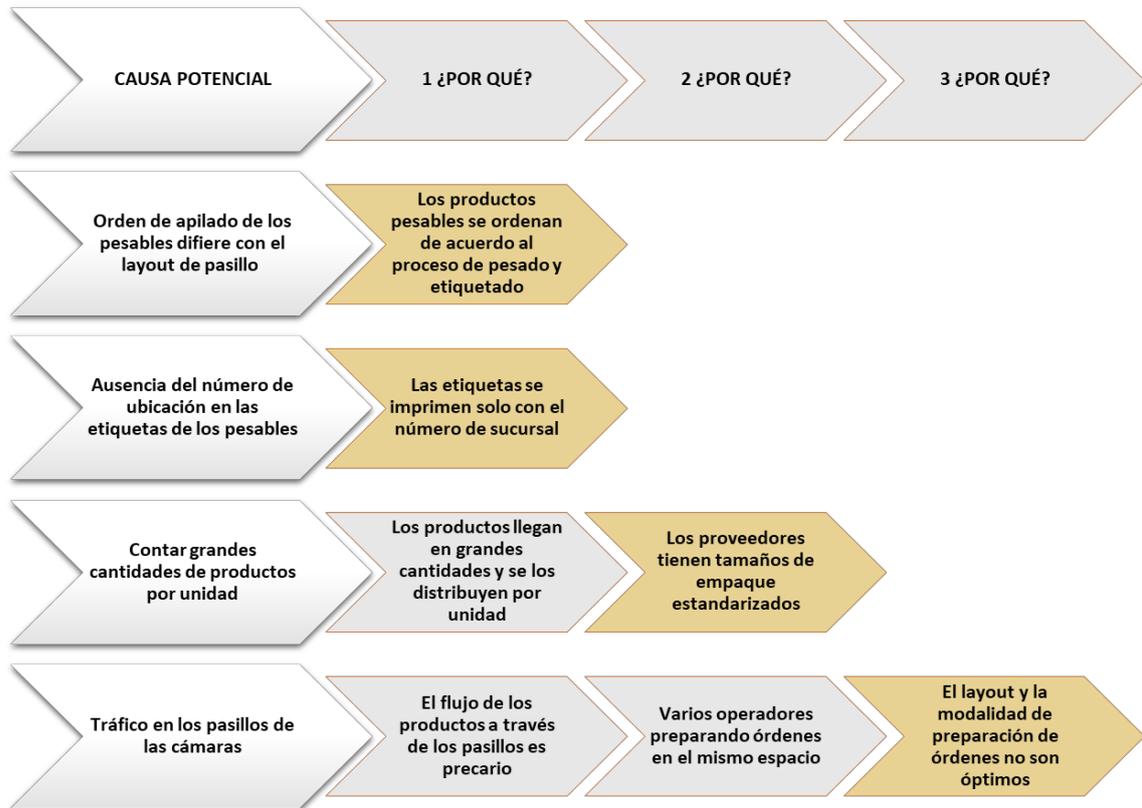
**Tabla 2.30. Causas significativas**

MATRIZ DE VERIFICACIÓN DE CAUSAS POTENCIALES					
#	X's	Descripción	Teoría	Método de verificación	Estado
1	X2	Largos recorridos en la distribución por pasillo	Se realizan largos recorridos no productivos	Data histórica - Productividad en la preparación de órdenes en percha y en pasillos	Verificado: No significativa
2	X9	Orden de apilado de los pesables difiere con el layout de pasillos	Se pierde tiempo recorriendo los pasillos buscando las ubicaciones de las sucursales	Data histórica - tiempo de preparar órdenes con gavetas ordenadas/desordenadas	Verificado: Significativa
3	X14	Ausencia del número de local y ubicación en las etiquetas	Se pierde tiempo consultando en el sistema las ubicaciones o buscándolas visualmente	Gemba: Estadística - tiempo de encontrar una sucursal con y sin ubicación indicada	Verificado: Significativa
4	X16	Contar grandes cantidades de productos por unidad	Contar unidades toma más tiempo que contar subempaques o cajas	Data histórica: Estadística de preparar órdenes con productos en caja y productos en unidades	Verificado: Significativa
5	X13	Excedente tamaño de las etiquetas con respecto al porta etiquetas	Acomodar las etiquetas para que se ajusten al collarín toma más tiempo	Gemba: Identificar la dificultad en el proceso real	Verificado: No significativa
6	X22	Tráfico en los pasillos de distribución (pallets/gavetas vacías)	El tráfico afecta a la agilidad del proceso	Gemba: Evidenciar el tráfico en los pasillos de las cámaras	Verificado: Significativa

[Fuente: Elaboración propia]

### 2.2.7 Causas raíz

Se utilizó la herramienta 5 Por qué para encontrar las causas raíz de las cuatro causas significativas verificadas en la sección 2.2.6 y en la figura 2.26 se presenta el desarrollo de la herramienta considerando que el último Por qué es la causa raíz hallada.



**Figura 2.26 Herramienta 5 Por qué**  
**[Fuente: Elaboración propia]**

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 3.1 Mejora

En la etapa de Mejora se realizó de la generación y evaluación de propuestas de mejoras para eliminar las causas raíz halladas en la sección 2.2.7, por tanto, en la figura 3.1 se presentan todas las ideas generadas como resultado de las causas halladas en el capítulo 2.

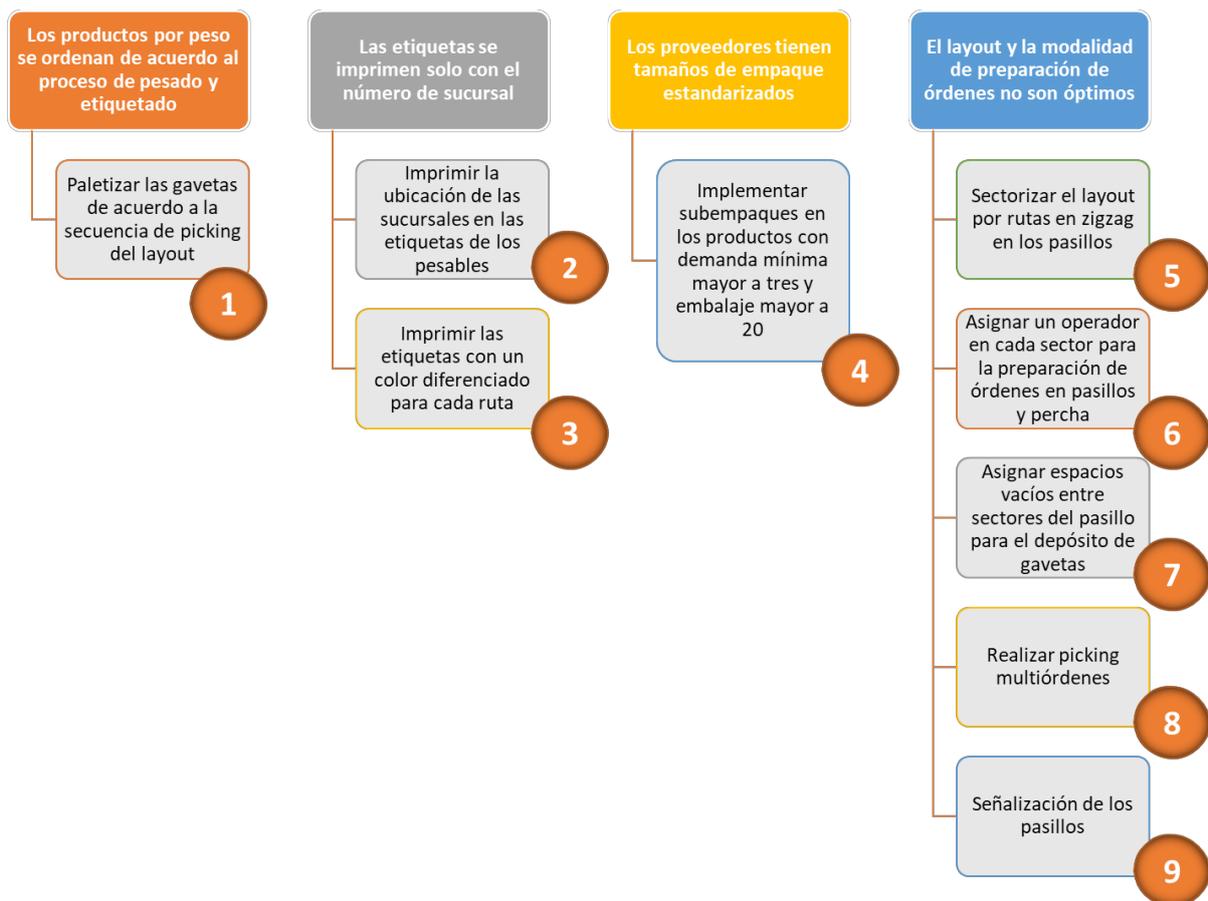
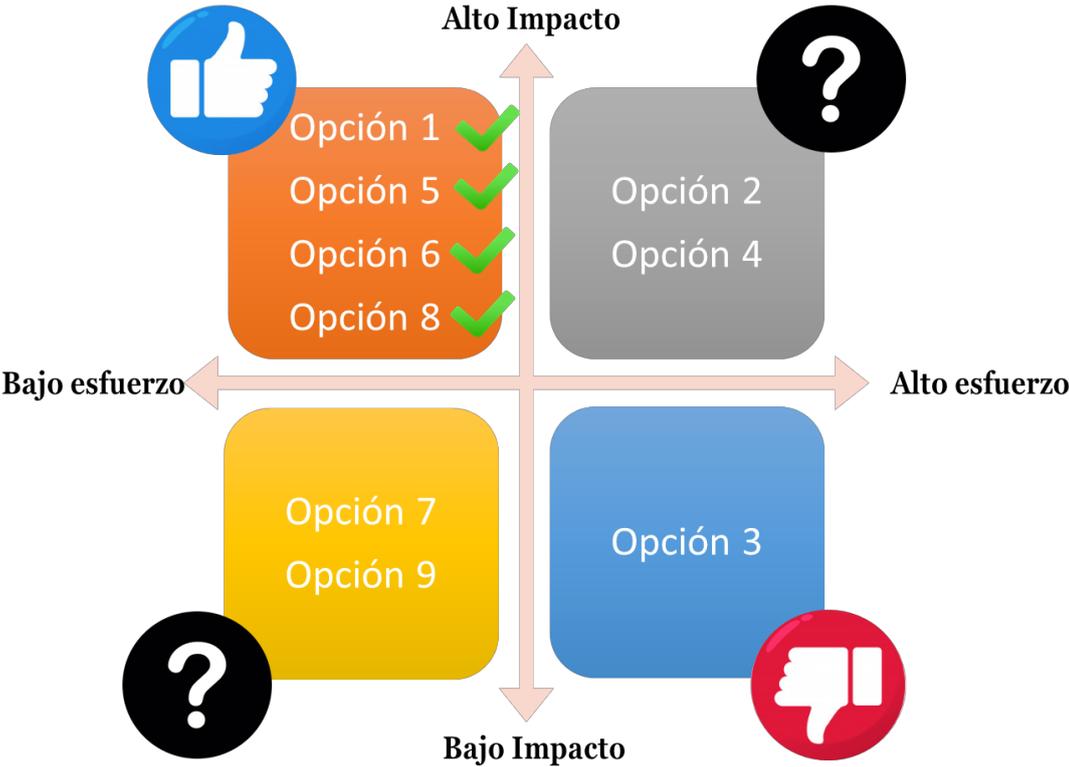


Figura 3.1 Ideas de mejora para cada causa raíz

[Fuente: Elaboración propia]

Posteriormente se evaluó en la Matriz Impacto-Esfuerzo el impacto de cada propuesta en el problema y el esfuerzo que equivaldría implementar dicha propuesta y se obtuvo como resultado la figura 3.2:



**Figura 3.2 Matriz Impacto – Esfuerzo de las soluciones propuestas**  
**[Fuente: Elaboración propia]**

Las opciones que se encuentran en el cuadrante de “Bajo esfuerzo” y “Alto Impacto” son las que se consideran factibles para implementar, y a continuación se describe cada una de ellas con mayor detalle:

- **Opción 1:** Paletizar los paquetes de acuerdo con la secuencia de preparación de órdenes en el layout.  
 Separar los paquetes, en este caso las gavetas, de preparación de órdenes por peso de los productos de acuerdo con la ruta de transporte de las sucursales.

- Opción 5:** Sectorizar el layout por rutas en zigzag en los pasillos de las cámaras de refrigeración.  
 Ubicar todas las sucursales que pertenecen a una misma ruta de transporte en un mismo sector en el layout de las cámaras de refrigeración.
- Opción 6:** Asignar un operador en cada sector para la preparación de órdenes en pasillos y perchas.  
 Asignar un solo preparador de órdenes en cada sector perteneciente a una ruta de transporte de manera que dicho operador se encargará de tomar el pallet clasificado con la mercadería correspondiente a la misma ruta y realizará la actividad de preparar las órdenes solo para las sucursales ubicadas en el sector al que fue asignado.
- Opción 8:** Realizar preparación de órdenes múltiple.  
 Realizar el recorrido a lo largo de la cámara de refrigeración colocando los pedidos de varios productos al mismo tiempo.

Las opciones descritas anteriormente fueron aprobadas por el equipo de trabajo en la empresa, sin embargo, después de un análisis a fondo de todas las opciones, sus implicaciones y tiempos de implementación, se decidió escoger la opción 8 como la más viable a implementar en el desarrollo del presente proyecto ya que las opciones 1, 5 y 6 interferían directamente con otros proyectos que se estaban realizando en el CDAR.

Y de este modo se construyó el plan de implementación de la opción 8: Realizar preparación de órdenes múltiple, el cual se observa en la tabla 3.1:

**Tabla 3.1. Plan de implementación**

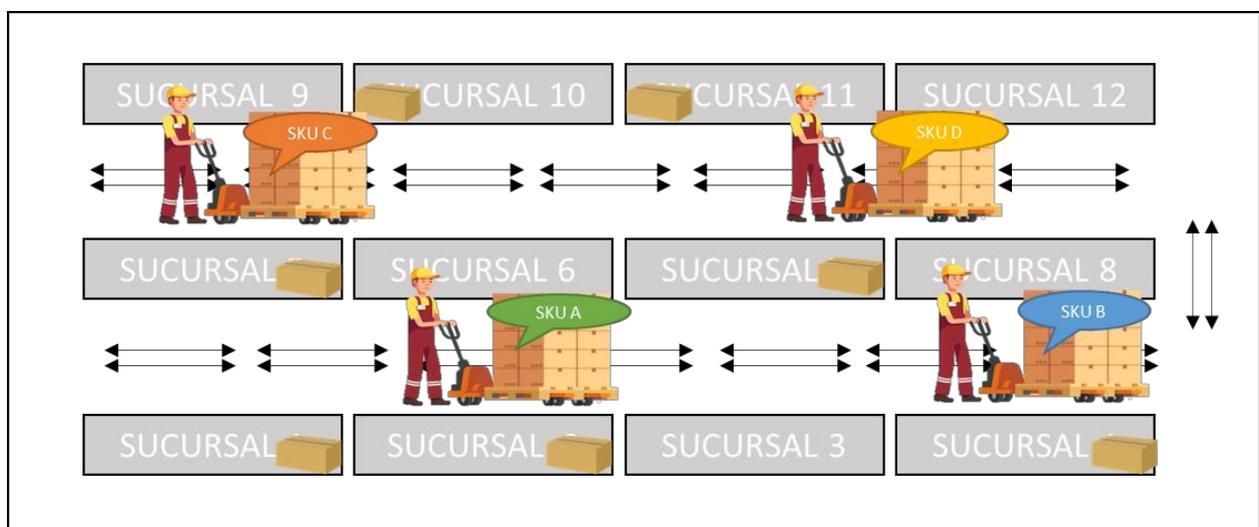
Opción	¿Qué?	¿Por qué?	¿Dónde?	Requerimientos	Costo	¿Cuándo?	Estado
8	Preparación de órdenes múltiple	Los largos viajes a lo largo de toda la cámara de refrigeración no son óptimos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cámara de refrigeración de productos lácteos</li> <li>Cámara de refrigeración de productos cárnicos</li> </ul>	Cambios en el sistema de preparación de órdenes del PDT	\$0	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fase piloto: Agosto 2021</li> <li>Implementación: Septiembre 2021</li> </ul>	Simulado

**[Fuente: Elaboración propia]**

### 3.2 Implementación y Control

La implementación de la solución propuesta se realizó mediante una simulación del proceso en el área de preparación de órdenes durante dos días con dos colaboradores diferentes y diversos productos. El objetivo de la simulación fue medir la productividad alcanzada método de preparación de órdenes de múltiple antes de implementarla en el sistema ya que se requiere una adaptación tecnológica en los PDT que permita colocar las órdenes de diferentes productos en el mismo recorrido porque en la actualidad solo se permite colocar las órdenes de un producto durante un recorrido, por lo que el proceso de adaptar el software tardaría aproximadamente un mes de acuerdo al departamento de Sistemas de la empresa.

En la figura 3.3 se muestra la situación actual del proceso donde un preparador de órdenes realiza el recorrido completo durante toda la cámara de refrigeración colocando las órdenes de un solo producto, por tanto, en cada pasillo siempre se encuentran varios colaboradores realizando su recorrido completo, cada uno con un producto diferente.

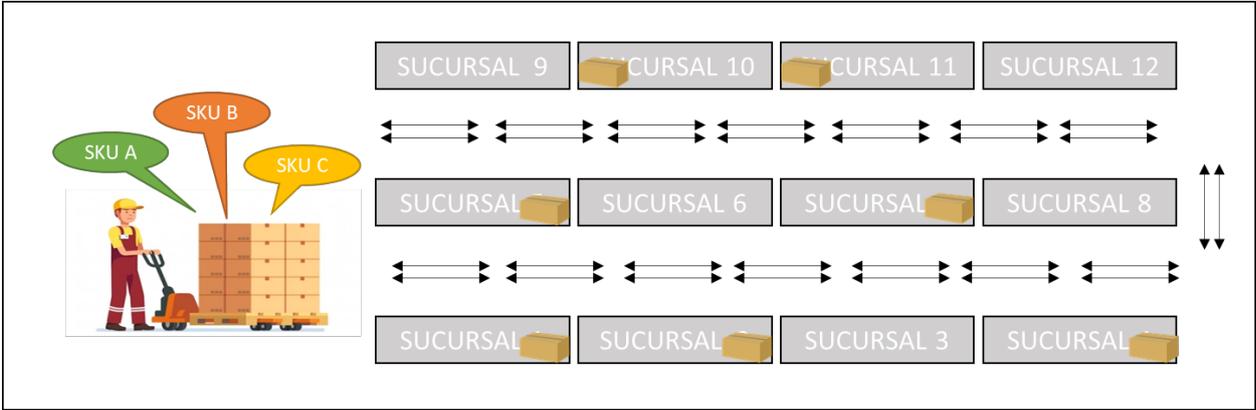


**Figura 3.3 Método de preparación de pedidos: Situación actual**

**[Fuente: Elaboración propia]**

Mientras que en la figura 3.4 se muestra la situación propuesta donde un solo colaborador realiza la colocación de órdenes de tres diferentes productos en un mismo recorrido, optimizando su viaje a lo largo de la cámara de refrigeración ya que recorre el mismo espacio, pero coloca una mayor cantidad de órdenes, además otra ventaja es que

se reduciría el tráfico en los pasillos porque el trabajo de tres operadores se resume en uno.



**Figura 3.4 Método de preparación de pedidos: Situación propuesta**  
**[Fuente: Elaboración propia]**

Un aspecto a importante a considerar es que los pallets con mercadería se deben arreglar de manera que todos los diferentes productos sean alcanzables desde la cima del pallet como se muestra en la figura 3.5 y 3.6.

SKU A	SKU B	SKU C
SKU A	SKU B	SKU C
SKU A	SKU B	SKU C
SKU A	SKU B	SKU C
SKU A	SKU B	SKU C
SKU A	SKU B	SKU C

**Figura 3.5 Vista lateral del arreglo de un pallet multi - productos**  
**[Fuente: Elaboración propia]**

SKU A	SKU A
SKU B	SKU C
SKU C	SKU C

**Figura 3.6 Vista superior del arreglo de un pallet multi - productos**  
**[Fuente: Elaboración propia]**

La primera simulación realizada fue con cajas de productos de lácteos y la segunda simulación con unidades de productos lácteos, se obtuvo un porcentaje de incremento en la productividad de la preparación de órdenes y en la tabla 3.2 se muestran los resultados y la comparación entre la situación actual y la propuesta:

**Tabla 3.2. Resultados de la implementación**

TIPOS DE PREPARACIÓN DE ÓRDENES	PAQUETES/ SEMANA	SITUACIÓN ACTUAL		PROPUESTA		HORAS REDUCIDAS
		PAQUETES/ HORA	HORAS TRABAJADAS/ SEMANA	PAQUETES/ HORA	HORAS TRABAJADAS/ SEMANA	
CAJAS DE LÁCTEOS	9048,0	108	83,8	162	55,9	27,9
UNIDADES DE LÁCTEOS	124336,0	781	159,2	1156	107,6	51,6
UNIDADES DE CÁRNICOS	245893,0	770	319,3	1163	211,5	107,9
<b>TOTAL DE HORAS REDUCIDAS POR SEMANA</b>						<b>187,42</b>

**[Fuente: Elaboración propia]**

De la tabla se puede observar que el total de horas de trabajo reducidas con la implementación de este nuevo método sería de aproximadamente 178 horas por semana.

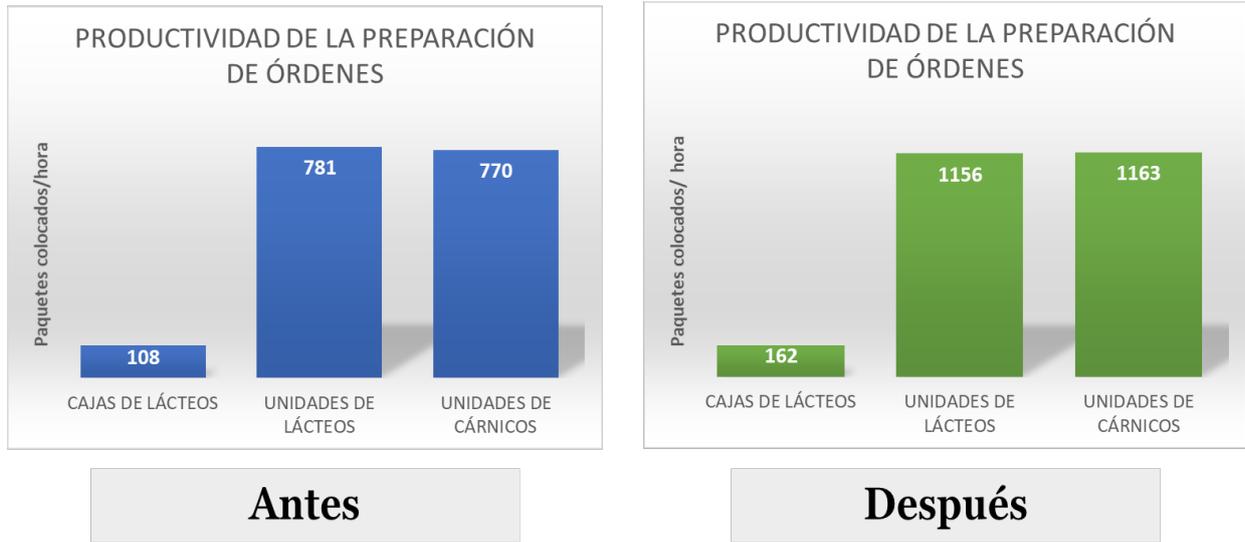
Cabe recalcar que no todos los productos son aplicables a este sistema ya que solo se considera aquellos que su volumen total de pedido entre todas las sucursales sea menor a 0,8 m<sup>3</sup> con el fin de que asegurar que se puedan acomodar en un mismo pallet con al menos un producto más. Entre los productos de unidades y cajas de lácteos, y unidades de cárnicos que cumplen este requisito de volumen se encontraron 323 SKU's que se pueden regir al sistema de multi – órdenes y la suma semanal de estos productos es la que se consideró en la columna “paquetes/semana” de la tabla anterior para contar con un volumen real de mercadería en este sistema y así calcular las horas trabajadas utilizando la ecuación 2.1.

Entre el incremento de productividad de los tres tipos de preparación de órdenes se obtiene un promedio de 50% representando una reducción de 178 horas semanales de trabajo equivalente al trabajo de tiempo completo de seis colaboradores.

Se pueden mencionar otros beneficios que impactan en el CTQ y en las métricas de sostenibilidad:

- El aumento de la productividad en 50% permite que todo el proceso de preparación de órdenes se complete antes de las 12pm, hora en la cual comienza el proceso de carga de la mercadería a los camiones para transportarla hacia las sucursales, por lo que se cumpliría con los horarios de las rutas de transporte y se reducirían los retrasos.
- Una reducción de 178,42 horas semanal equivale a \$682,19 de ahorros ya que el costo de una hora de trabajo de los preparadores de órdenes es \$3,64.
- Se estima una reducción de aproximadamente 7 horas de trabajo menos por cada preparador de órdenes, lo cual implica que se disminuirían sus horas de sobretiempo y se evitarían las largas y agotadoras jornadas.
- La reducción de 178 horas semanales equivale a aproximadamente a 37 horas menos de trabajo por día en total considerando todos los preparadores de órdenes, los cuales suman una cantidad de 35 por semana, es decir que cada uno de ellos trabajaría una hora menos cada día y así toda el área quedaría vacía una hora antes, esto implica la reducción del consumo de energía eléctrica durante una hora diaria ya que no se usarían las computadoras del área, los PDT ni las puertas automáticas.

Dado que se logró cumplir el objetivo general de reducir al menos 48 horas de sobretiempo o en este caso, horas trabajadas, se procedió a realizar unas gráficas de control visual para medir el cambio de la variable en el tiempo. Es importante llevar estas gráficas de control para continuar monitoreando la situación y medir la efectividad de la solución implementada. En la figura 3.7 se muestran la comparación entre la situación actual y la situación con la mejora implementada.



**Figura 3.7 Gráficas de control visual del proceso**  
**[Fuente: Elaboración propia]**

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- Se realizó la definición del problema identificando la situación que generaba más conflictos en el área, la cual fue la alta cantidad de horas extras de los trabajadores encargados de la preparación de órdenes, luego se logró realizar una cuantificación de factores midiendo los tiempos de las actividades y la capacidad del proceso para definir el problema enfocado, en donde se identificó que la mayor cantidad de horas extras se encontraba en las cámaras de refrigeración de productos lácteos y en la de productos cárnicos. Se analizaron las causas del problema junto con el equipo de trabajo y se encontraron cuatro causas raíz referentes al método de preparación de órdenes y la distribución física de los espacios dentro de las cámaras de refrigeración y se presentaron las propuestas de mejora para atacar directamente a dichas causas. La propuesta óptima y viable fue la preparación de órdenes múltiple, la cual fue implementada en una fase piloto y se obtuvieron los resultados deseados, alcanzando el objetivo del proyecto.
- La implementación del sistema de preparación de órdenes múltiple reduce 178 horas de trabajo semanales, lo cual supera al objetivo general planteado, por tanto, la solución es óptima, además la productividad de la preparación de órdenes aumentó en 50% en las cámaras de refrigeración de productos lácteos y cárnicos.
- El objetivo se logró cumplir con la implementación de una sola propuesta de mejora, por tanto, sí es posible mejorar un proceso a partir de la metodología DMAIC.
- La implementación de la solución propuesta es viable utiliza los recursos ya existentes en la compañía, por lo que se comprueba que un cambio solo en la metodología genera grandes impactos.
- La optimización de los viajes de los operadores a lo largo de un centro de distribución para realizar la preparación de órdenes es de vital importancia para obtener productividades óptimas.

- Se incrementó la productividad en el proceso de preparación de órdenes en las cámaras de refrigeración de productos lácteos y cárnicos, tal como se lo había requerido en el problema enfocado.

## **4.2 Recomendaciones**

- Actualizar constantemente la lista de productos que son aplicables para la preparación de órdenes múltiple ya que esta lista puede variar de acuerdo con la variación en el volumen del pedido de cada producto y es posible que no se mantenga constante semana a semana.
- Considerar las propuestas de mejora de la sección 2.3 para futuros trabajos en el área de preparación de órdenes con el fin de unificar los resultados obtenidos con esta implementación y las otras propuestas, lo cual generaría un mayor impacto.
- Controlar semanalmente la gráfica de la figura 3.7 para monitorear los cambios en la productividad y determinar si hay hechos aislados que afecten a este nuevo proceso.

# BIBLIOGRAFÍA

- Celis, O. L., & García, J. M. (2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. En M. C. Lucía, & S. G. Manuel, *Estudios Gerenciales* (págs. 23-43). Monterrey.
- De Mast, J., & Lokkerbol, J. (2012). An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. *International Journal of Production Economics*, 604-614.
- Ferreira, C., Sá, J., Ferreira, L., Lopes, M., Pereira, T., Ferreira, L., & Silva, F. (2019). iLeanDMAIC – A methodology for implementing the lean tools. En J. S. C. Ferreira, *Procedia Manufacturing* (págs. 1095-1102). Porto: Elsevier.
- Kiran, D. (2017). Total Quality Management. En D. Kiran, *Total Quality Management* (págs. 347-361). Butterworth-Heinemann: D.R. Kiran.
- Levin, M. A., Kalal, T. T., & Rodin, J. (2019). *Improving product reliability and software quality: Strategies, tools, process and implementation*. John Wiley & Sons, Incorporated.
- Nandakumar, N., Saleeshya, P., & Harikumar, P. (2020). Bottleneck Identification And Process Improvement By Lean Six Sigma DMAIC Methodology. *Materials Today: Proceedings*, 1217-1224.
- Roldán, J. L. (1996). *Cómo elaborar un proyecto de investigación*. DIGITALIA.