

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

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

Reestructuración del proceso de selección y clasificación de frutas y verduras en  
bancos de alimentos

ING-3027

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero en Alimentos**

Presentado por:

José Elías Chavarría Condo

Kerlly Vanessa Franco Ríos

Guayaquil - Ecuador

Año: 2026

## Dedicatoria

---

A mis padres, Elías y Mayra, por cada sacrificio silencioso, por su apoyo constante y por los valores inculcados.

A mis hermanos, Ericka y Erick, por su apoyo y por ser parte fundamental de mi motivación diaria.

A mi abuela Rosa, por su cariño y sus consejos.

Y a la memoria de mi abuelo José.

**José Elías Chavarría Condo**

## Dedicatoria

---

A Dios por ser guía y luz en mi vida, por brindarme salud y fortaleza para cumplir mis metas.

A mis padres, Verónica y Javier por siempre apoyarme y creer en mí, a mi abuelita Martha y mi tío Erwin por siempre estar pendientes y a pesar de la distancia nunca dejarme sola... Gracias a todos ellos ha sido posible esto.

A mi enamorado Richard por ser mi compañero y ser mi roca durante estos cuatro años, gracias por vivir este camino conmigo.

Por último, a mis compañeros y profesores, por enseñarme no solamente conocimientos sino también una ética profesional que me ayudará para toda la vida.

**Kerlly Vanessa Franco Ríos**

## Agradecimientos

---

Mi más sincero agradecimiento a mis padres,  
por su paciencia, por su amor incondicional y  
por cada esfuerzo realizado para que yo  
pudiera continuar mis estudios.

A mi hermana, quien es mi mejor amiga, por  
su compañía y sus palabras de ánimo, que  
fueron un pilar fundamental en mi vida.

**José Elias Chavarria Condo**

## Agradecimientos

---

Mi más sincero agradecimiento a la miss  
MSc. Andrea Ortega por siempre responder  
nuestras dudas e inquietudes.

Al banco de alimentos por siempre abrirnos  
las puertas y brindarnos el apoyo en la  
documentación solicitada.

A los profesores MSc. Priscila Castillo y  
PhD. Sócrates Palacios por ayudarnos en la  
realización del proyecto de la materia  
integradora.

**Kerlly Vanessa Franco Ríos**

## Declaración Expresa

---

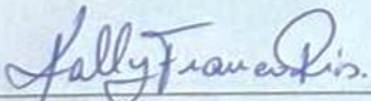
Nosotros Kerlly Vanessa Franco Ríos y José Elias Chavarria Condo acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

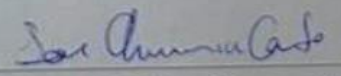
En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 20 de octubre del 2025.



Kerlly Vanessa Franco

Ríos



José Elias Chavarria

Condo

## **Evaluadores**

---

---

**Andrea Ortega Suasnavas., MSc**

Profesor de Materia

---

**Priscila Castillo Soto., MSc**

Tutor de proyecto

## **Resumen**

Un banco de alimentos es una organización sin fines de lucro dedicada a la recepción, selección, clasificación y distribución de alimentos aptos para el consumo humano. Este proyecto tiene como objetivo la reestructuración del área de selección y clasificación de frutas y verduras de un banco de alimentos ubicado en la ciudad de Guayaquil, con la finalidad de mejorar el flujo de materiales y voluntarios, incrementar la capacidad de procesamiento y reducir las pérdidas. Para este proyecto se aplicó la metodología SLP, mediante la cual se analizaron los procesos actuales, las relaciones entre actividades, las necesidades de espacio y los flujos operativos, considerando además criterios de Buenas Prácticas de Manufactura. Se evaluaron dos propuestas de rediseño utilizando el criterio de mínima distancia y una matriz multicriterio, seleccionándose la alternativa con mayor eficiencia operativa y mejor aprovechamiento del espacio disponible. Con el nuevo diseño, se espera reducir recorridos innecesarios, disminución del riesgo de contaminación cruzada y facilitar el cumplimiento de los criterios establecidos por las BPM. La propuesta seleccionada constituye una alternativa de mejora para el área de selección y clasificación, con el potencial de optimizar el aprovechamiento de las donaciones y fortalecer la gestión operativa del banco de alimentos.

**Palabras Clave:** Banco de alimentos, metodología SLP, BPM, rediseño

## **Abstract**

*A food bank is a non-profit organization dedicated to the reception, selection, classification, and distribution of food suitable for human consumption. This project aims to restructure the fruit and vegetable selection and classification area of a food bank located in the city of Guayaquil, to improve the flow of materials and volunteers, increase processing capacity, and reduce losses. The Systematic Layout Planning (SLP) methodology was applied, through which current processes, relationships between activities, space requirements, and operational flows were analyzed, also considering Good Manufacturing Practices criteria. Two redesign proposals were evaluated using the minimum distance criterion and a multicriteria matrix, selecting the alternative with higher operational efficiency and better use of the available space. With the proposed design, a reduction in unnecessary movements, a decrease in the risk of cross-contamination, and improved compliance with Good Manufacturing Practices are expected. The selected proposal represents an improvement alternative for the selection and classification area, with the potential to optimize the use of donations and strengthen the operational management of the food bank.*

*Keywords: Food bank, Systematic Layout Planning, Good Manufacturing Practices, process redesign.*

## Índice General

Resumen.....	i
Abstract.....	ii
<i>Índice General</i> .....	<i>iii</i>
Abreviaturas.....	vi
Simbología.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Índice de tablas.....	viii
Índice de Planos.....	ix
Capítulo 1.....	1
1. Introducción.....	2
1.1 Descripción del Problema.....	4
1.2 Justificación del Problema.....	4
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
1.4 Marco teórico.....	6
1.4.1 Banco de alimentos.....	6
1.4.2 Metodología Systematic Layout Planning (SLP).....	8
1.4.3 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).....	8
1.4.4 Balance de línea.....	9
Capítulo 2.....	11
2. Metodología.....	12
2.1. Definición.....	12
2.1.1. Análisis FODA.....	12

2.1.2. Mapa de Empatía del usuario. ....	13
2.1.4. Restricciones del sistema .....	14
2.2 Recolección de datos .....	14
2.2.1 Levantamiento de Datos .....	14
2.2.2 Diagrama de flujo de proceso.....	15
2.2.3 Donaciones recibidas por día. ....	15
2.2.4 Donaciones clasificadas por día.....	16
2.2.4.2 Dimensiones del área .....	18
2.3 Análisis SLP .....	20
2.3.1 Necesidades de espacio .....	25
2.4 Consideraciones en el diseño .....	27
2.5 Selección de propuesta idónea .....	27
2.5.1 Criterio de mínima distancia .....	27
2.5.2 Matriz multicriterio.....	28
Capítulo 3 .....	29
3. Resultados y análisis.....	30
3.1. Propuesta de Rediseño .....	30
3.2 Evaluación de alternativas .....	32
3.2.1 Criterio de mínima distancia .....	32
3.2.2 Matriz Multicriterio .....	33
3.3 Análisis de criterio de diseño bajo normativa ecuatoriana. ....	34
3.4 Análisis de costos .....	36
Capítulo 4 .....	38
4. Conclusiones y recomendaciones .....	39
4.1 Conclusiones .....	39

4.2 Recomendaciones.....	40
Referencias .....	42

## **Abreviaturas**

ARCSA	Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria
BPM	Buenas Prácticas de Manufactura
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
FODA	Fortalezas Oportunidades Debilidades y Amenazas
F+V	Frutas y vegetales
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
POES	Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento
PT	Producto terminado
S+C	Selección y clasificación
SLP	Systematic Layout Planning

## **Simbología**

m            Metro

m<sup>2</sup>          Metro cuadrado

kg            Kilogramos

## Índice de figuras

Figura 1. <i>Mapa de Empatía de los voluntarios.</i> .....	13
Figura 2. <i>Diagrama de flujo de proceso.</i> .....	15
Figura 3. <i>Donaciones recibidas en el año 2025.</i> .....	16
Figura 4. <i>Donaciones clasificadas en el año 2025.</i> .....	17
Figura 5. <i>Porcentaje de alimentos clasificados.</i> .....	17
Figura 6. <i>Donaciones clasificadas en el año 2025.</i> .....	18
Figura 7. <i>Flujo de proceso del banco de alimentos.</i> .....	21
Figura 8. <i>Esquema de actividades cuantitativo de las actividades del banco de alimentos.</i> .....	24
Figura 9. <i>Diagrama relacional de las actividades realizadas en el banco de alimentos.</i> .....	25
Figura 10. <i>Distribución nodal de las actividades realizadas en el banco de alimentos.</i> .....	26

## Índice de tablas

Tabla 1. <i>Análisis Foda del proceso del banco de alimentos.</i> .....	12
Tabla 2. <i>Operaciones realizadas en el área de selección y clasificación.</i> .....	20
Tabla 3. <i>Secuencia de las Operaciones realizadas.</i> .....	22
Tabla 4. <i>From-To-Chart de las operaciones realizadas en el banco de alimentos.</i> .....	22
Tabla 5. <i>Flow Between Chart de las operaciones realizadas en el banco de alimentos.</i> .....	23
Tabla 6. <i>Calificación de las actividades realizadas en el banco de alimentos.</i> .....	24
Tabla 7. <i>Área mínima requerida para los rediseños</i> .....	26
Tabla 8. <i>Cantidad de personas necesarias.</i> .....	27
Tabla 9. <i>Criterios y niveles de la matriz multicriterio.</i> .....	28
Tabla 10. <i>Criterio de mínima distancia: diseño 1 y 2.</i> .....	33
Tabla 11. <i>Matriz multicriterio, diseño 1 y diseño 2.</i> .....	34
Tabla 12. <i>Comparación del flujo actual con la propuesta de diseño 2.</i> .....	35
Tabla 13. <i>Fortalezas y limitaciones del rediseño 1.</i> .....	36
Tabla 14. <i>Costos de inversión del rediseño 2.</i> .....	37

## **Índice de Planos**

Plano 1. <i>Layout de la organización y flujo actual del proceso.</i> .....	19
Plano 2. <i>Flujo de proceso de la propuesta de diseño 1.</i> .....	30
Plano 3. <i>Flujo de proceso de la propuesta de diseño 2.</i> .....	31

# Capítulo 1

## **1. Introducción**

El desperdicio de alimentos es un problema a nivel mundial, que consiste en la pérdida de alimentos en los eslabones finales de la cadena alimentaria, como en la fase distribución y consumo (Hidalgo & Martín-Marroquín, 2020). Tan solo en las regiones de América Latina y el Caribe se producen aproximadamente, 375 millones de toneladas de alimentos anualmente, de los cuales se pierde el 34% a lo largo de la cadena de valor. De este porcentaje, cerca de 45 millones de toneladas de alimentos corresponden a alimentos desperdiciados durante la fase de distribución, mercadeo y consumo (Ruiz et al., 2019).

En el caso de Ecuador, el país ocupa el cuarto lugar en la región con el mayor nivel de desperdicio de alimentos, estimándose que cada persona desperdicia cerca de 96 kg de alimentos al año en los hogares (Vivar, 2024). En consecuencia, este fenómeno no solo representa la pérdida de recursos, sino que también genera impactos económicos y sociales. En el ámbito social, la principal problemática se relaciona con la seguridad alimentaria y malnutrición infantil (Alzate & Orozco Soto, 2021).

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2024), si los alimentos que ya no se comercializan son donados con el propósito de combatir el hambre, no son considerados como desperdicios. En este contexto, las donaciones a bancos de alimentos surgen como una alternativa viable para prevenir el desperdicio y mejorar la seguridad alimentaria. En Ecuador, desde el año 2010, estas organizaciones han incrementado la entrega de alimentos a diferentes grupos en situación de vulnerabilidad (Guevara, 2021).

Gran parte de las donaciones a bancos de alimentos consisten en productos de origen vegetal. Durante su permanencia en percha, las frutas, verduras y hortalizas suelen perder calidad o estética, por procesos de maduración o deterioro, lo que reduce su aceptación por parte del

consumidor (Gonçalves et al., 2025). Los bancos de alimentos se encargan de recolectar estos productos donados por empresas de alimentos o cadenas de supermercado, seleccionar y clasificar aquellos alimentos que sean aptos para el consumo humano, para luego distribuirlos entre comunidades necesitadas (Guevara, 2021).

Los bancos de alimentos presentan similitudes con empresas procesadoras de alimentos, a pesar de no ser considerada como tal. Ambas cuentan con etapas procesamiento similares: recepción, almacenamiento y distribución, necesitan aplicar los principios de BPM para asegurar la inocuidad de los alimentos y ambos necesitan operarios para funcionar. Sin embargo, al ser una institución sin fines de lucro, los bancos de alimentos dependen principalmente de voluntarios y de equipos artesanales, lo que limita su capacidad de procesar la totalidad de los alimentos donados diariamente.

El presente proyecto se centra en el proceso de selección y clasificación de un banco de alimentos de la ciudad de Guayaquil, mediante la reestructuración dicha área, aplicando una herramienta metodológica que permita resolver los problemas de distribución de la institución, con objetivo de mejorar su capacidad de procesamiento y aprovechar la mayor cantidad de alimentos donados. Además, este trabajo posee pertinencia académica y formativa relacionada a la carrera de Ingeniería en alimentos, ya que integra conocimientos para el diseño y distribución de áreas en planta alimentaria, el procesamiento de frutas y vegetales, y la aplicación buena prácticas de manufactura para asegurar la inocuidad de los alimentos.

Los conceptos teóricos relacionados al tema se desarrollarán en el Capítulo 1, en la sección del marco teórico. Mientras que la metodología, será explicada en su respectivo capítulo. Los resultados y análisis de la efectividad de la propuesta de reestructuración/rediseño serán descrito en el capítulo 3. Finalmente, se expondrán las conclusiones y recomendaciones de este trabajo.

## **1.1 Descripción del Problema**

El banco de alimentos recibe donaciones de diferentes instituciones, con el paso del tiempo el volumen de estas donaciones ha ido en aumento. Actualmente, la organización recibe aproximadamente ocho toneladas de alimentos perecederos por día, sin embargo, solo se logra procesar 6 toneladas. Lo que no se logra procesar se acumula para el día siguiente, aumentando la carga operativa y los desperdicios, ya que estos alimentos son recibidos con grado de maduración alto.

Este problema se origina por el flujo actual del proceso, ya que existe interferencias como el tránsito en el pasillo principal para la entrada y salida de las cargas, demoras de las cargas procesadas para el almacenamiento y falta de segregación en las zonas de trabajo. Además, existe limitaciones como la falta de personal (los voluntarios son enviados por las comunidades beneficiarias) y la variabilidad de experiencia del personal.

Se proyecta que, al finalizar el año, las donaciones aumenten y con el problema actual no van a poder procesar la totalidad de los alimentos recibidos, lo que aumentaría los desechos y afectaría a los programas sociales que recibe ayuda de la entidad.

## **1.2 Justificación del Problema**

Los bancos de alimentos desempeñan un papel importante en la seguridad alimentaria y en la disminución de desperdicios de alimentos, al facilitar alimentos que ya no se comercializan, pero si son aptos para el consumo humano (Chaim & Arraes, 2024). La eficiencia de este proceso depende de la gestión que tienen los bancos de alimentos desde la recepción, selección, clasificación y distribución de los alimentos perecederos a las poblaciones vulnerables.

El problema presentado por el banco de alimentos genera pérdidas significativas por la falta de capacidad operativa para procesar los productos que se reciben a diario y perjudica a los programas sociales que se benefician. Es importante resolver la problemática, mejorar la actual gestión de procesos se aprovechará las donaciones recibidas, reducir los desperdicios e incrementará la efectividad del proceso operativo de la identidad.

Mejorar la eficiencia del banco de alimentos tiene un impacto social directo ya que contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), como el ODS 2 “Hambre Cero” y el ODS 12 “Producción y consumo responsable”. Actualmente el Ecuador es el tercer país con más hambre en Sudamérica, siendo así que 2 de cada 10 ecuatorianos viven en pobreza, con menos de tres dólares diarios no pudiendo alcanzar el costo de la canasta básica familiar, como consecuencia la desnutrición en niños (El Universo, 2025).

El estudio no solo busca resolver el problema de la organización, sino promover la igual en el acceso de alimentos a las poblaciones vulnerables y aprovechar los recursos. Se propone una nueva disposición del área de selección y clasificación que pueda abarca el proceso con una menor cantidad de voluntarios,

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Reestructurar el proceso de selección y clasificación de frutas y verduras en un banco de alimentos a través de la metodología SLP para el incremento de la capacidad de procesamiento y reducción de las pérdidas.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Definir el proceso actual de selección y clasificación de frutas y verduras mediante diagramas de flujo, análisis de tiempos y observación directa.
- Implementar metodologías SLP, BPM y análisis de balance de línea para reducir los cuellos de botella y mejorar la eficiencia del proceso.
- Establecer el requerimiento de personal necesario para la capacidad instalada en el área de proceso propuesta.

## **1.4 Marco teórico**

### **1.4.1 Banco de alimentos**

Anualmente, un tercio de los alimentos producidos en el mundo se pierden o desperdician a lo largo de la cadena de valor, este valor corresponde a 1300 millones de toneladas de alimentos, cantidad suficiente para alimentar a un cuarto de la población mundial. Sin embargo, cerca de 825 millones de personas padecen de escasez de alimentos o malnutrición (Guevara, 2021).

Como respuesta a esta problemática, surgen los bancos de alimentos; organizaciones sin fines de lucro que se encargan de recolectar alimentos donados y destinarlos a grupos vulnerables. Es decir, tienen el propósito de ayudar a comunidades en situación de hambre y prevenir el desperdicio (Bazerghi et al., 2016). Acorde a Akkerman et al. (2023), aportan con el cumplimiento algunos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente fin de la pobreza (ODS 1), Hambre cero (ODS 2), Salud y bienestar (ODS 3) y producción y consumo responsables (ODS 12).

La cadena de operación de los bancos de alimentos consta de tres elementos: los donantes, el banco de alimentos y las agencias. Los donantes por general están conformados por cadenas de supermercados o empresas de alimentos, que por problemas de demanda no pudieron rotar a

tiempo sus productos, y por ende ya no se pueden vender (Akkerman et al., 2023; Rivera et al., 2023). Los bancos de alimentos, como se ha mencionado anteriormente, se encargan de recibir estos productos en forma de donaciones, pero no es la única función de los bancos de alimentos.

La selección y clasificación son etapas vitales dentro de los procesos de los Banco de alimento. Debido a que las donaciones que reciben, generalmente, consisten en productos perecederos o que ya no son comercializables, ya sea por motivos estéticos o por fechas de caducidad próximas (Akkerman et al., 2023). Por lo tanto, voluntarios dentro de la organización se encargan de seleccionar y clasificar aquellos productos que sean aptos para el consumo humano (Guevara, 2021) y los que no, estos últimos suelen ser destinados a consumo animal, con el fin de minimizar al máximo las pérdidas. En cuanto a las agencias, estas corresponden a organizaciones que reciben las donaciones de los bancos de alimentos y se encargan de distribuirlos dentro de las comunidades necesitadas (Rivera et al., 2023).

Los bancos de alimentos tienen procesos que los asemejan al funcionamiento de una planta de alimentos convencional: Recepción, almacenamiento y distribución, pero cuentan con una limitante crucial, el factor económico. Por ende, la mayoría de las operaciones funcionan de manera artesanal y gracias a la mano de obra de voluntarios sin paga. Acorte a Rivera et al. (2023), la capacidad de procesamiento de un banco de alimentos puede verse afectada por la alta rotación o cantidad del personal voluntario. Dado a que la cantidad de voluntarios necesarios para operar óptimamente puede ser insuficiente, o que las tareas de los voluntarios no sean lo suficientemente exigentes en términos de eficiencia y calidad, con el fin de retenerlos. Esto puede derivar en la creación de cuellos de botellas que ralenticen los procesos, limitando cantidad de alimento donado que puede ser procesado al día (Ackermann et al., 2023).

### **1.4.2 Metodología Systematic Layout Planning (SLP)**

De acuerdo con Michan y Tap (2015), la eficiencia de los procesos de producción depende en gran medida de procesos de ciclos productivos optimizados, lo que permite mejorar los rendimientos, reducir los desperdicios y favorecer la sostenibilidad de los productos. En este contexto, la metodología SLP surge como una herramienta que permite optimizar, o rediseñar, la distribución física de una planta, o de áreas de trabajo y sus flujos de materiales, con el fin de mejorar el balance de hombre-máquina-material (Soto et al., 2020).

Esta metodología consta de 4 fases (Muther & Hales, 2015). La primera fase, localización, consiste en determinar si el área será diseñada o rediseñada. En caso de ser diseñada, se debe de establecer la posición geográfica del lugar. Si se trata de un rediseño, se establecerá si ocupará el mismo espacio, o se desplazará.

La segunda fase, denominada plan de distribución general, se centra en definir la ubicación de cada área dentro de la planta. Se determina la relación entre cada una y se establece el flujo de materiales.

En la tercera fase, distribución detallada, se determina la ubicación específica de los equipos y puestos de trabajo que incluirá el área diseñada o rediseñada, enfocándose en optimizar el flujo interno y ergonomía, en un entorno con condiciones reales de operación.

La cuarta fase, llamada instalación, consiste en ejecutar el diseño seleccionado, mediante un plan que implemente los recursos, tiempos y supervisión, para su funcionamiento. Además, esta fase, incluye una evaluación del diseño, para evaluar su efectividad.

### **1.4.3 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).**

Las buenas prácticas de manufactura son directrices para garantizar la calidad e inocuidad de los alimentos desde el procesamiento, almacenamiento y comercialización de estos. Es

cumplimiento de las BPM es importante para asegurar que los alimentos consumidos sean seguros. Las BPM están conformadas por normas, que incluyen las condiciones de higiene del lugar, desde la manipulación de los ingredientes hasta el producto terminado (Cupaja & Angarita, 2021).

De acuerdo con el ARCSA (2013) una planta procesadora de alimentos es aquella que realiza operaciones de transformación física, química o biológica para obtener un producto terminado destinado al consumo humano. Asimismo, decreta que todo establecimiento tenga permiso de funcionamiento, que se realice las inspecciones para garantizar la inocuidad del proceso y cumplir con las condiciones sanitarias establecidas en el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufacturas para Alimentos Procesados (ARCSA-DE-067-2015-GGG).

#### **1.4.4 Balance de línea**

En la industria alimentaria, la línea de producción se define como el conjunto de estaciones de trabajo destinadas a obtener un producto terminado. El diseño o rediseño de estas líneas de producción requiere una inversión y costos operativos; por ello, es importante un estudio previo que justifique la importancia práctica. Debido su complejidad es necesario considerar lo siguiente: diseño del producto, selección del proceso, estructura de la línea y su balance (Grenzfurtner et al., 2025).

En las dos primeras etapas, se debe de recopilar toda la información relacionada con el trabajo que se llevara a cabo en la línea de producción, es decir, desde las tareas específicas por cada sección y las restricciones en caso de que aplique. Las restricciones pueden deberse a limitaciones económicas, tecnología empleada, a factores ergonómicos que afecte a los trabajadores o consideraciones ambientales. El área de trabajo también es importante, ya que se define la disposición de la línea, ubicación de las estaciones de trabajo y las directrices del flujo.

Finalmente, el balance de la línea debe realizarse detenidamente, pues de esto se depende la eficiencia del sistema de producción (Grenzfurner et al., 2025).

El balance de línea es una etapa crítica en el diseño de planta, ya que busca una distribución adecuada de la capacidad con el fin de asegurar que el flujo operativo sea continuo y uniforme. Su objetivo es lograr tiempos de trabajo equitativos en las diferentes estaciones de la planta, maximizando recursos y la mano de obra. De esta forma, se reduce o elimina la holgura de tiempo, contribuyendo directamente a mejorar la productividad de la industria (Peña Orozco et al., 2016).

Para que la producción en una línea sea eficiente, la cantidad de unidades producida debe compensar el costo de preparación de esta, considerando el ritmo de trabajo y el tiempo que dura cada tarea. Asimismo, es importante mantener el equilibrio en los tiempos de cada estación y garantizar la continuidad de la línea, considerando posibles fallas en los equipos y en el aprovisionamiento de insumos (Peña Orozco et al., 2016).

## **Capítulo 2**

## 2. Metodología.

### 2.1. Definición

El presente proyecto empleó la metodología de *Systematic Layout Planning* (SLP), para rediseñar el área de clasificación y selección en el Banco de Alimentos. Esta herramienta ayudará en la distribución de la planta a través de las diferentes etapas desde la recolección de la información, análisis de actividades y relaciones, para realizar una evaluación de rediseño donde se satisfagan las necesidades operativas, humanas y del cliente.

#### 2.1.1. Análisis FODA

Se realizó un análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) con la finalidad de tener un entendimiento integral del proceso que se lleva a cabo en la organización actualmente.

**Tabla 1.**

*Análisis Foda del proceso en el banco de alimentos.*

<b>Oportunidades</b>	<b>Fortalezas</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Aumento del volumen de las donaciones recibidas, logrando extender la ayuda hacia la comunidad.</li><li>- Disposición de implementar mejorar en la distribución de la planta (mejor flujo de proceso).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Buena relación entre las instituciones y el banco de alimentos permitiendo el aumento puntos de recolección.</li><li>- Voluntarios con experiencia permitiendo un flujo continuo.</li><li>- Procesos operativos establecidos.</li><li>- Compromiso hacia la seguridad alimentaria, reducción de pérdidas y cumplir con la entrega solicitada por las fundaciones.</li></ul>
<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- No existe capacidad operativa para procesar el aumento de donaciones.</li><li>- Dependencia de voluntarios.</li><li>- Demoras en registros y diferente experiencia de los voluntarios en las actividades, demoras durante el proceso.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Pérdidas de alimentos con alto grado de maduración por la demora del proceso.</li><li>- Las fundaciones reciban alimentos que ya no estén aptos para el consumo.</li><li>- Poco envío de voluntarios por parte de las fundaciones afectando la operación.</li></ul>

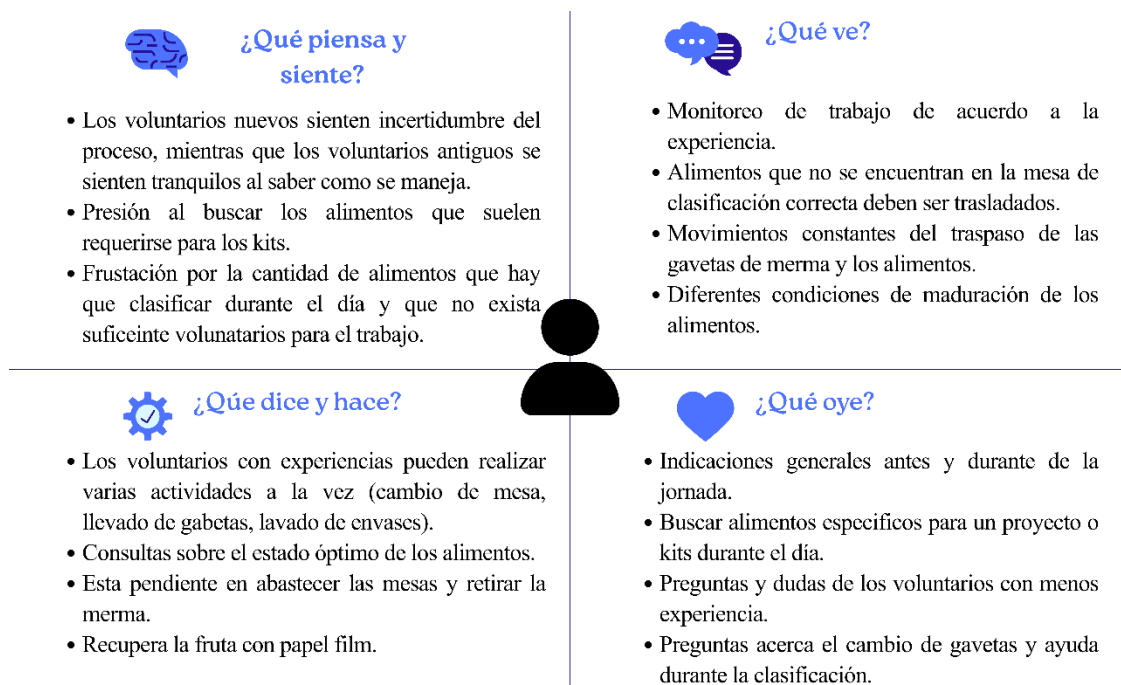
En la siguiente Figura 1. se destacó que en el Banco de Alimento cuenta con fortalezas notables como el incremento de donaciones dada por organizaciones permitiendo ayudar a las fundaciones. Pero, asimismo presentó con limitaciones que resalta la importancia del rediseño de esta área para evitar la pérdida de alimentos. Este análisis sirvió para esclarecer el proceso actual y orientas las posibles soluciones de diseño en las siguientes fases.

### 2.1.2. Mapa de Empatía del usuario.

Se comprendió las percepciones, actividades y necesidades del usuario directo en el proceso, se realizó un *mapa de empatía*. Esta herramienta que es forma parte de la metodología de *Desing Thinking* que permite observar directamente los puntos de dolor y necesidades cognitivas, conductuales y emociones del usuario (Castillo-Vergara et al., 2014), permitiendo detallar las interacciones de los voluntarios durante el proceso.

**Figura 1.**

*Mapa de Empatía de los voluntarios.*



En la Figura 1, se reflejó las limitaciones que presenta el Banco de Alimentos como la presión operativa, variabilidad de los voluntarios y la falta de continuidad del trabajo afecta en la experiencia y el rendimiento del voluntario y en cumplir en la capacidad diaria de la clasificación y selección de los alimentos. La información recolectada mediante en Mapa de empatía nos permite entender elementos fundamentales que se debe considerar para realizar la propuesta de diseño, estas necesidades del usuario ayudarán que no solo se busque una solución en el flujo de trabajo sino también en la calidad del trabajo humano.

#### **2.1.4. Restricciones del sistema**

En este proyecto de rediseño del área de clasificación y selección, se consideró las siguientes limitaciones que fueron establecidas por el banco de alimentos. Estas restricciones fueron consideradas para proponer una mejora en el proceso.

- Presupuesto de \$2000.
- No se logra la clasificación esperada por el aumento de las donaciones recibidas.
- Espacio se mantiene igual

### **2.2 Recolección de datos**

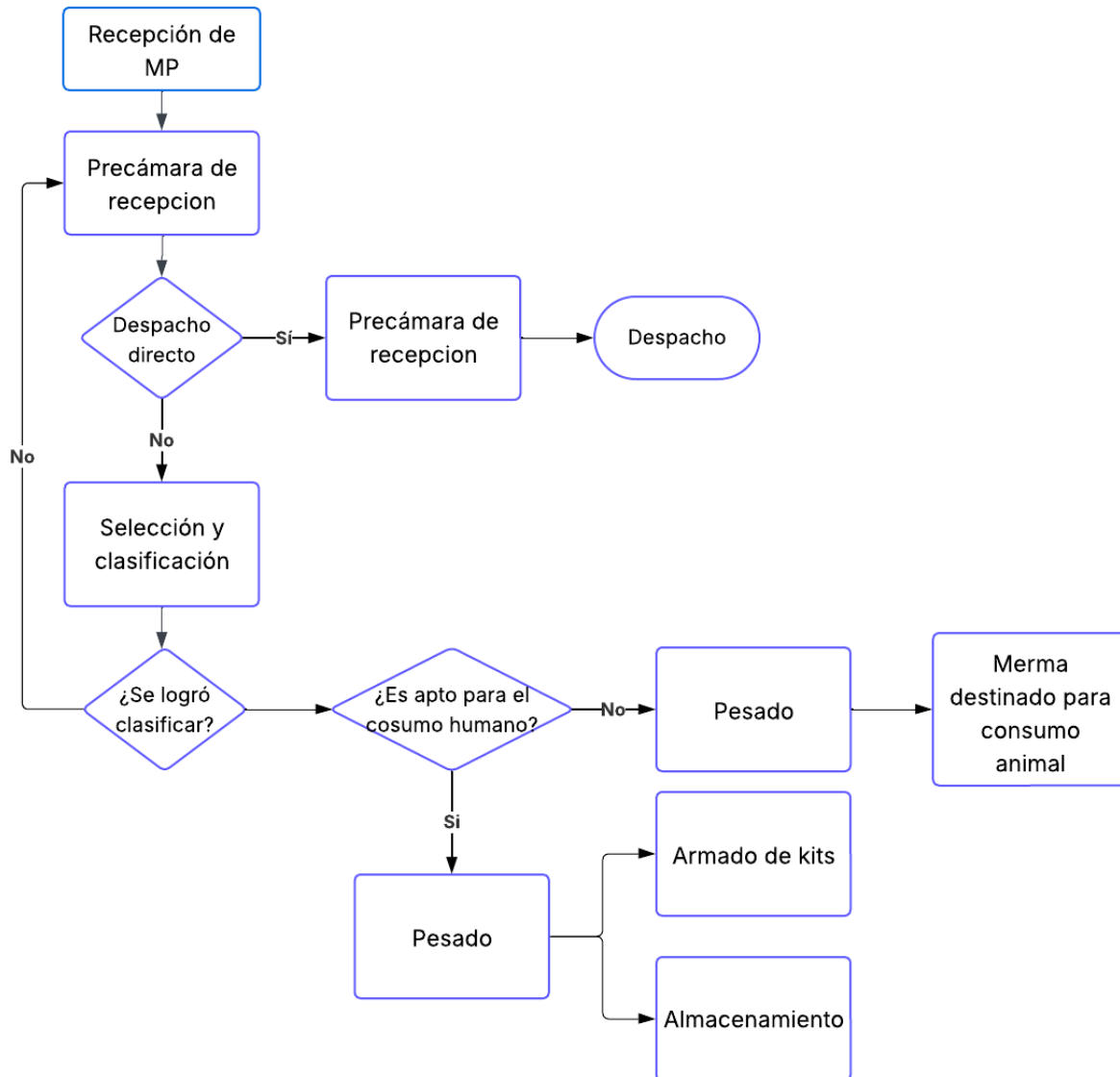
#### **2.2.1 Levantamiento de Datos**

Como parte del proceso de reestructuración del área de selección y clasificación del banco de alimentos, se realizó un levantamiento de información relevante. La información fue recopilada mediante observación directa o a través de la base de datos proporcionada por el banco de alimentos.

## 2.2.2 Diagrama de flujo de proceso.

Figura 2.

Diagrama de flujo de proceso.



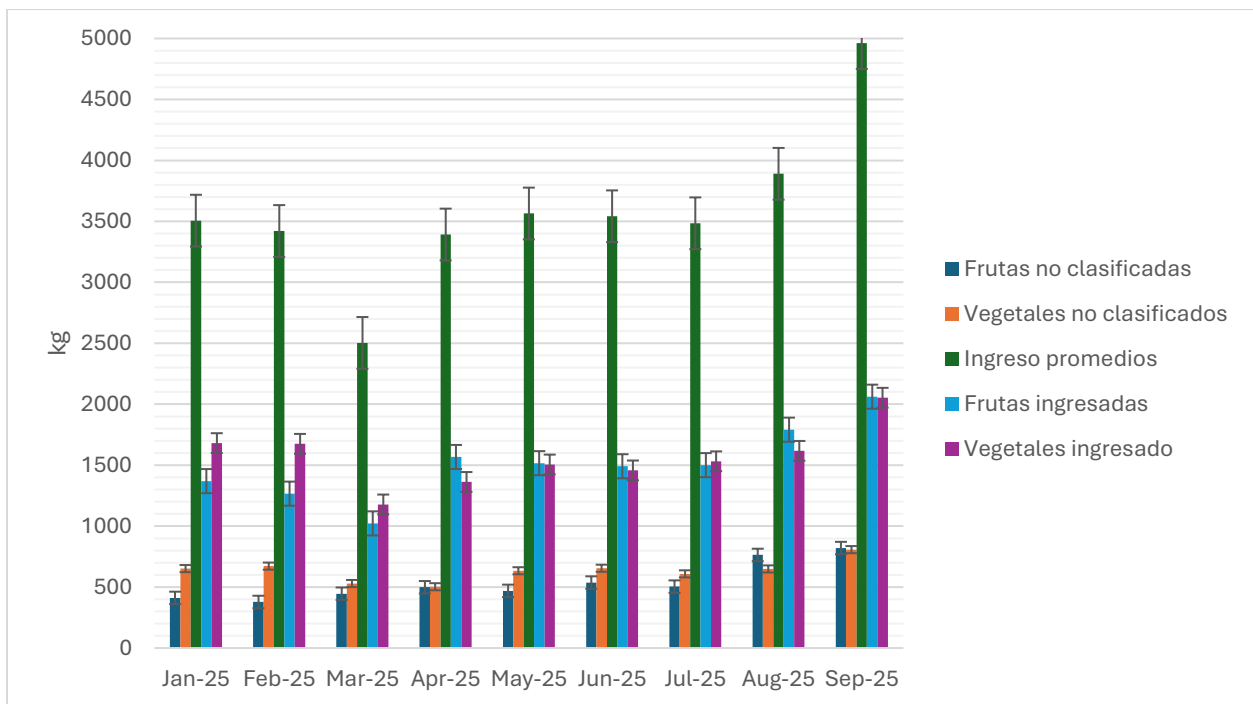
## 2.2.3 Donaciones recibidas por día.

Las donaciones recibidas están conformadas por frutas, vegetales, productos perecibles, lácteos y entre otros productos. Los datos se obtuvieron de la base de datos del banco de

alimentos y se graficaron en Excel para su posterior análisis. Tal como indicó el cliente, se identificó un incremento en las donaciones recibidas durante los meses de enero y septiembre del año 2025. El promedio de donaciones totales diarias es de aproximadamente  $3600 \pm 1354$  kg, de los cuales,  $1542 \pm 569$  kg y  $1579 \pm 562$  kg corresponden a ingresos de frutas y vegetales, respectivamente.

**Figura 3.**

*Donaciones recibidas en el año 2025.*



Sin embargo, como se muestra en la Figura 3, cerca del 35% y 41% de las frutas y vegetales, respectivamente, no son procesadas el mismo día. Es decir, para el día siguiente se acumulan, aproximadamente, 557 kg de frutas y 638 kg de vegetales.

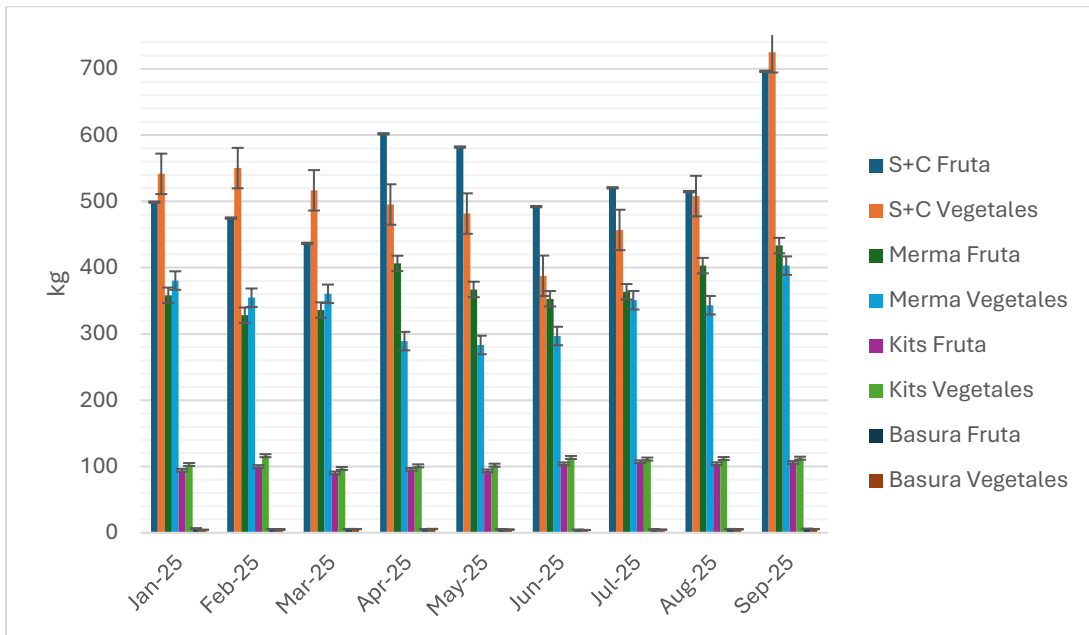
### 2.2.4 Frutas y vegetales clasificados por día.

Como se observa en la Figura 4, se determinó que el promedio diario de frutas y vegetales seleccionados y clasificados es de  $2012 \pm 900$  kg, cifra que incluye el producto que es

apto tanto para el consumo humano, como para el consumo animal, los kits de voluntariado y la basura

**Figura 4.**

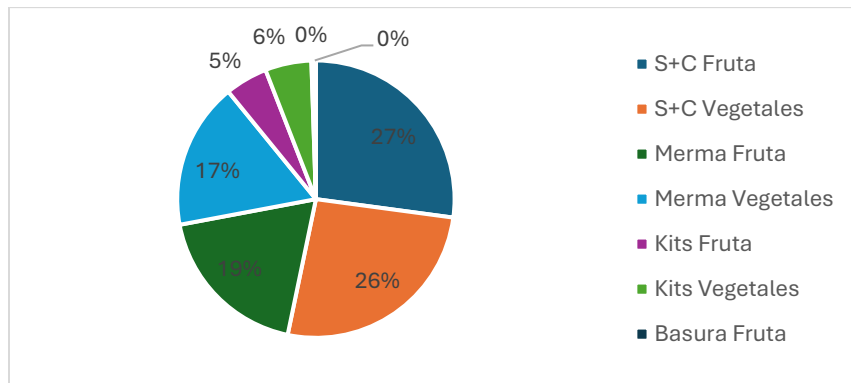
*Donaciones clasificadas en el año 2025.*



Para los cálculos posteriores, se fijó la cifra de frutas y vegetales en 2012 kg, sin considerar la desviación estándar. En la figura 5, se muestra un desglose porcentual de dicha cantidad.

**Figura 5.**

*Porcentaje de alimentos clasificados.*

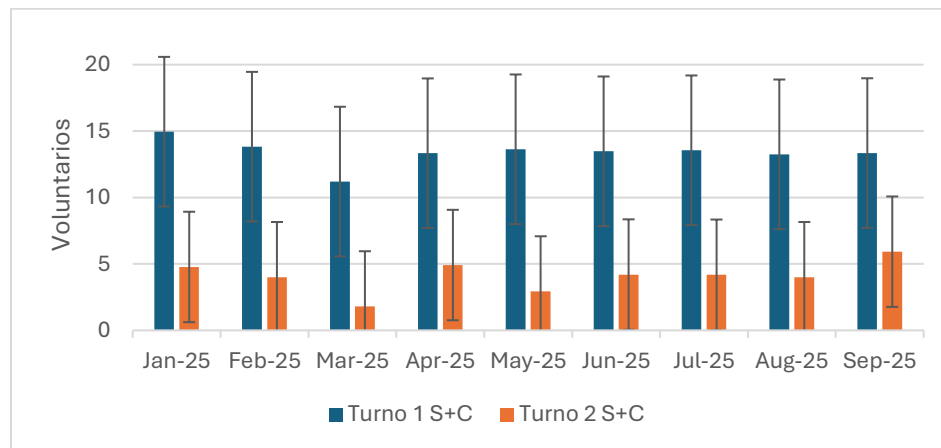


### 2.2.4.1 Voluntarios por día

La capacidad máxima de voluntarios es de 32, de los cuales el 80%, es decir, 26 de ellos son destinados al área de clasificación y selección. Sin embargo, la cantidad y destino de voluntarios depende del día y de los requerimientos del banco de alimentos. De esta manera, la cantidad de voluntarios en promedio por mes se observa en la Figura 6. Por lo general, el área de selección y clasificación recibe  $14 \pm 6$  voluntarios en el turno 1 y  $5 \pm 4$  voluntarios en el turno 2.

**Figura 6.**

*Número de voluntarios en el área de selección y clasificación.*



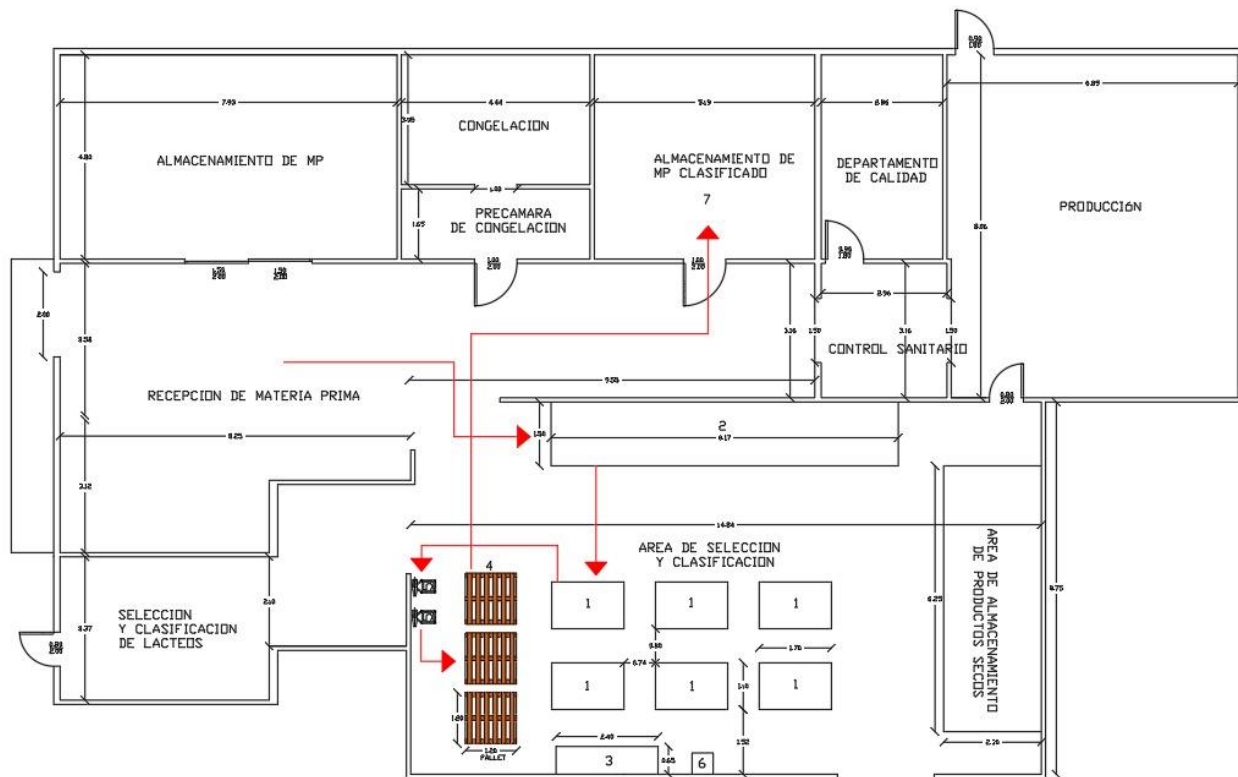
### 2.2.4.2 Dimensiones del área

Mediante observación directa se determinó las dimensiones del área de proceso, los elementos del área, la cantidad y el área superficial de estos, tal como se observa en el Plano 1.

El área de selección y clasificación comprendió una superficie de  $110.1 \text{ m}^2$ . Cabe mencionar que en este espacio existía una extensión utilizada para almacenar productos secos, pero no forma parte del área. Sin embargo, considerando esta extensión, el área total fue de  $133,56 \text{ m}^2$ .

## Plano 1.

*Layout de la organización y flujo actual del proceso.*



En la Plano 1 se puede interpretar la numerología de la siguiente manera:

- 1: mesas de selección y clasificación.
- 2: pallets con alimento no procesado.
- 3: área de lavado.
- 4: pallets con alimento procesado y pesado, listo para la distribución.
- 5: área de pesado.
- 6: área de desechos.
- 7: cámara de almacenamiento de alimento procesado.

Asimismo, se observa el flujo actual de operación del banco de alimentos. Las donaciones que ingresa en la recepción de materia prima para después colocarlo en el área de

pallets de producto por clasificar. De acuerdo de la cantidad de voluntarios, se asigna a una persona responsable de trasladar las gavetas; en caso contrario, se encargará la persona que se encuentra en la mesa de trabajo. Una vez que se haya clasificado, las gavetas de verduras o frutas son pesadas, posteriormente se los coloca en el área de producto clasificado. Estos pallets se encuentran en esperan para ser trasladados a la cámara de almacenamiento. Este flujo se genera cuellos de botellas en el momento de espera, los voluntarios disponibles y en la experiencia del trabajo.

### 2.3 Análisis SLP

El primer paso de la metodología SLP consistió en definir los productos que son obtenidos de área de clasificación y selección del banco de alimentos, los cuales forman parte de los datos recopilados: frutas y vegetales seleccionados y clasificados y mermas. Además, se consideraron los kits armados para los voluntarios y los desperdicios generados.

El recorrido de cada producto fue analizado en un diagrama de flujo de proceso, pero antes se definieron las operaciones realizadas en el área y la cantidad de equipos designadas para cada etapa, tal como se detalla en la Tabla 2.

**Tabla 2.**

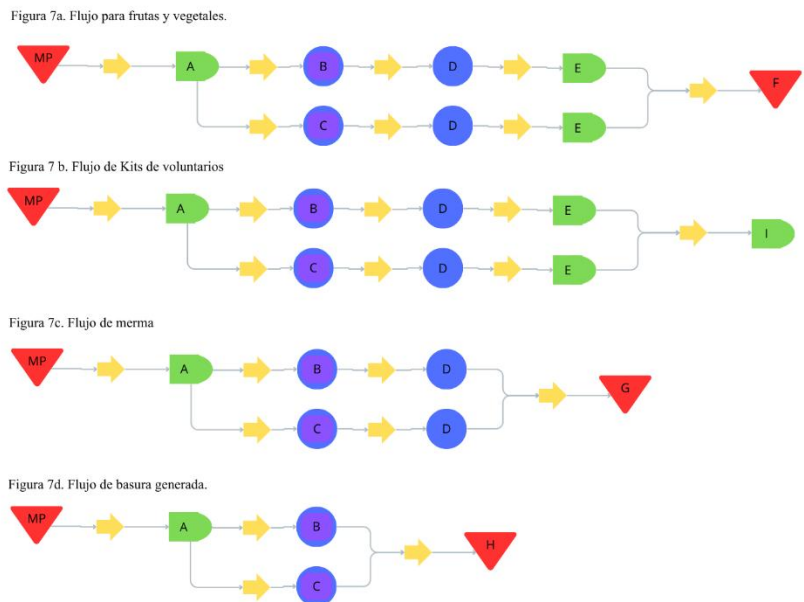
*Operaciones realizadas en el área de selección y clasificación.*

Código	Operación
A	Area de Cargas
B	S+C Frutas
C	S+C Vegetales
D	Pesado
E	Espera de PT
F	Almacenado de F+V
G	Almacenado de merma
H	Recolección de basura
I	Armado de kits

Se determinaron cuatro flujos de proceso. En la Figura 7a se muestra el flujo de proceso para las frutas y vegetales aptas para el consumo humano, se establecieron 5 etapas. En el caso de los Kit para los voluntarios, Figura 7b. Se establecieron 5 etapas. Mientras que para las frutas y verduras destinados a consumo animal (merma), Figura 7c, se establecieron 4 etapas. Finalmente, para la basura generada, Figura 7d, se establecieron 3 etapas.

**Figura 7.**

*Flujo de proceso en el área de selección y clasificación del banco de alimentos.*



Posteriormente, la secuencia de las etapas de producción fue establecidas en la Tabla 3, junto al total de kg producidos por día, en promedio considerando desde enero a octubre de 2025.

**Tabla 3.***Secuencia de las Operaciones realizadas.*

Producto	Secuencia	kg totales Promedio diario
<b>Selección y Clasificación F+V</b>		
S+C de frutas	ABDEF	546
S+C de vegetales	ACDEF	526
<b>Merma F+V</b>		
Merma Frutas	ABDG	378
Merma Vegetales	ACDG	344
<b>Basura F+V</b>		
Basura Frutas	ABH	5
Basura Vegetales	ACH	5
<b>Kits</b>		
Kits Frutas	ABDEI	100
Kits Vegetales	ACDEI	108

En la Tabla 4. se realizó el From-To-Chart colocando las operaciones definidas en la Tabla 2. en las filas indicando el punto de origen y las columnas indicando el destino final. En las casillas se obtuvo la cuantificación de los movimientos realizados por el traslado de los alimentos permitiendo conocer las interacciones de las actividades.

**Tabla 4.***From-To-Chart de las operaciones realizadas en el banco de alimentos.*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A		546 378 5 100	526 344 5 108						
B				546 378 100				5	
C				526 344				5	

				108					
<b>D</b>					546 526 100 108		378		
<b>E</b>						546 526			100 108
<b>F</b>									
<b>G</b>									
<b>H</b>									
<b>I</b>									

Asimismo, en la Tabla 5. se realizó el Flow Between Chart representando los movimientos de retroceso del flujo. De existir datos por debajo de la diagonal, estos a la parte superior para obtener un flujo continuo.

**Tabla 5.**

*Flow Between Chart de las operaciones realizadas en el banco de alimentos.*

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>
<b>A</b>		1029	983						
<b>B</b>				1023				5	
<b>C</b>				978				5	
<b>D</b>					1280		721		
<b>E</b>						1072			208
<b>F</b>									
<b>G</b>									
<b>H</b>									
<b>I</b>									

Luego, se establecieron rangos de distancia en base a la información obtenida en el Flow Between Chart, tal como se muestra en la tabla 6.

**Tabla 6.**

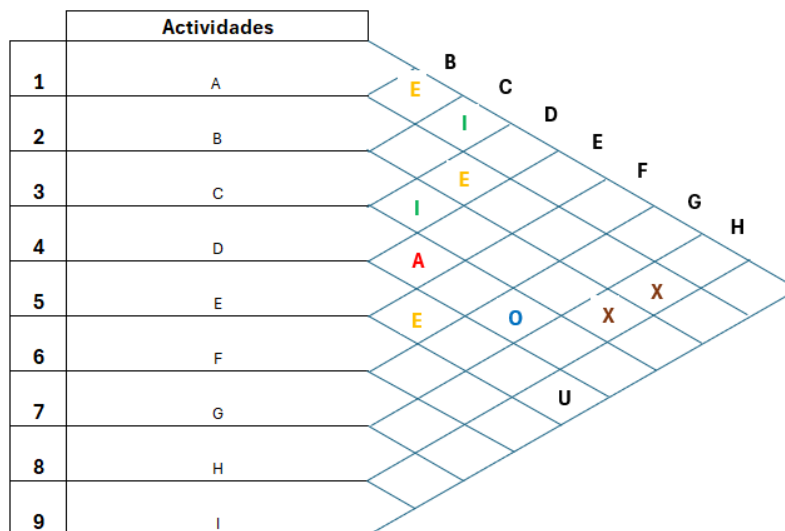
*Rangos de proximidad*

Descripción	Kg	Identificación
Absolutamente necesario (A)	1280	
Especialmente importante (E)	1072	
	1029	
	1023	
Importante (I)	983	
	978	
Ordinario (O)	721	
No importante (U)	208	
No deseable (X)	5	

Esto permitió establecer un diagrama de relaciones de actividades o etapas, que permitió definir qué observar las interacciones entre las actividades y la distancia que se requiere entre actividad, tal como se observa en la Figura 8.

**Figura 8.**

*Diagrama de relaciones de actividades del banco de alimentos.*

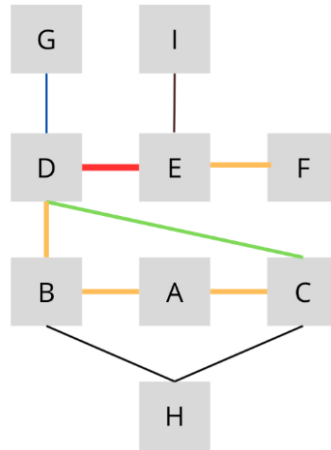


Por medio de un diagrama de bloques se desarrolló el diagrama relacional de actividades, Figura 9. con la finalidad de representar de manera grafica el flujo de las actividades dentro del

proceso de selección y clasificación. Se siguió el principio de la mínima distancia entre las actividades con el propósito de optimizar el flujo operativo. Las actividades fueron unidas mediante líneas de colores definidas en la Tabla 6.

**Figura 9.**

*Diagrama relacional del área de selección y clasificación.*



**2.3.1 Necesidades de espacio**

Como se mostró en el Plano 1, el área de selección y clasificación de frutas y vegetales cuenta con un área aproximada de 110.1 m<sup>2</sup>. Sin embargo, el área cuenta con una zona apartada para el almacenamiento de productos secos, que presenta una alternativa de diseño con un espacio de 133.56 m<sup>2</sup>. Para la opción de diseño con mayor disponibilidad de espacio, se requirió mover este apartado, por lo que se consideró este espacio en el rediseño.

En la Tabla 7, se muestran las áreas del rediseño, cantidades de equipos que los voluntarios usaran en cada etapa y el área superficial. La etapa de almacenado de merma no tiene un área definida, ya que esta operación es realizada fuera del área.

**Tabla 7.**

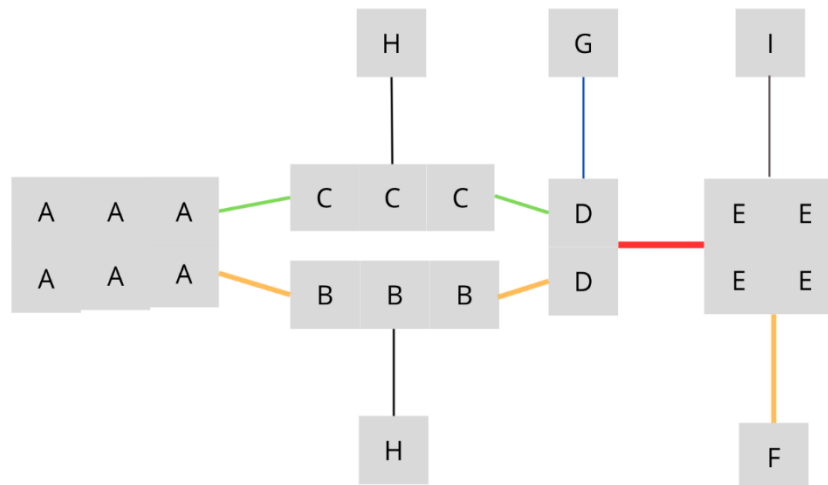
*Área mínima requerida para los rediseños*

Código	Etapas	Equipo	Área (m <sup>2</sup> )
A	Área de Cargas	6 pallets	15.11
B	S+C Frutas	3 mesas de acero inoxidable	8.67
C	S+C Vegetales	2 mesas de acero inoxidable	5.78
D	Pesado	2 balanzas	14.4
E	Espera de PT	10 pallets 80x80 cm <sup>2</sup>	6
F	Almacenado de F+V	Cámara de refrigeración	22.84
G	Almacenado de merma	1 pallet	1.2
H	Recolección de basura	2 tachos de Basura	8
I	Armado de Kits	2 pallets	3
<b>Total</b>			<b>54</b>

Se generó una distribución nodal más realista, Figura 10, en base a la información de la Tabla 7 y las relaciones establecidas en la Figura 8. De tal manera, que los bloques fueron ubicados para obtener el siguiente diagrama relacional de espacios:

**Figura 10.**

*Diagrama relacional de espacios del área de selección y clasificación.*



## 2.4 Consideraciones en el diseño

Para los diseños propuestos, se consideraron los puestos de trabajo detallados en la Tabla 9. Se asignaron cuatro personas por cada mesa de selección y clasificación. Adicionalmente, debido a la variabilidad en la disponibilidad de voluntarios, se contempló una mesa adicional para atender los casos en los que el número de voluntarios supera lo previsto. Para los procesos de pesado, armado de kits y transporte de cargas, se consideró la participación de cuatro personas, quienes pueden ser practicantes o voluntarios.

**Tabla 8.**

*Cantidad de personas necesarias en los diseños propuestos*

Estación de trabajo	Cantidad de personas
Clasificación de frutas	8
Clasificación de vegetales	8
Clasificación mixta	4
Pesado	4
Armado de kit	
Transporte de cargas	
<b>Total</b>	<b>24</b>

## 2.5 Selección de propuesta idónea

La mejor propuesta fue elegida en base a dos aspectos, el criterio de mínima distancia y una matriz multicriterio.

### 2.5.1 Criterio de mínima distancia

El criterio de mínima distancia es un concepto que se basa en la cercanía de las áreas de trabajo, para reducir desplazamientos innecesarios. De esta manera, aquellas áreas que se encontraban adyacentes se ponderaron con un valor de 1, mientras aquellas sin interacción directa con un valor de 0. Finalmente, estos valores fueron multiplicados con sus respectivas operaciones, se sumaron y se seleccionó el diseño con la mejor eficiencia.

### 2.5.2 Matriz multicriterio

El segundo método de evaluación fue realizado mediante una matriz de multicriterio. Los criterios considerados, fueron basados en el enfoque propuesto por Álvarez-Arias et al. (2022), tales el flujo de materiales, uso del espacio, seguridad alimentaria, facilidad de control y supervisión y facilidad de crecimiento.

**Tabla 9.**

*Niveles y puntajes.*

Nivel	Puntaje
Regular	1
Bueno	2
Excelente	3

Cada diseño fue puntuado en base a los criterios de la tabla 10. Se obtuvo la puntuación al multiplicar el puntaje, tabla 9, con la ponderación. El mejor diseño fue aquel con la puntuación total más alta.

**Tabla 10.**

*Criterios y ponderación.*

Criterios	Ponderación
Flujo de materiales	0.22
Uso del espacio	0.2
Facilidad de control y supervisión	0.18
Facilidad de crecimiento	0.21
Seguridad alimentaria	0.19

## **Capítulo 3**

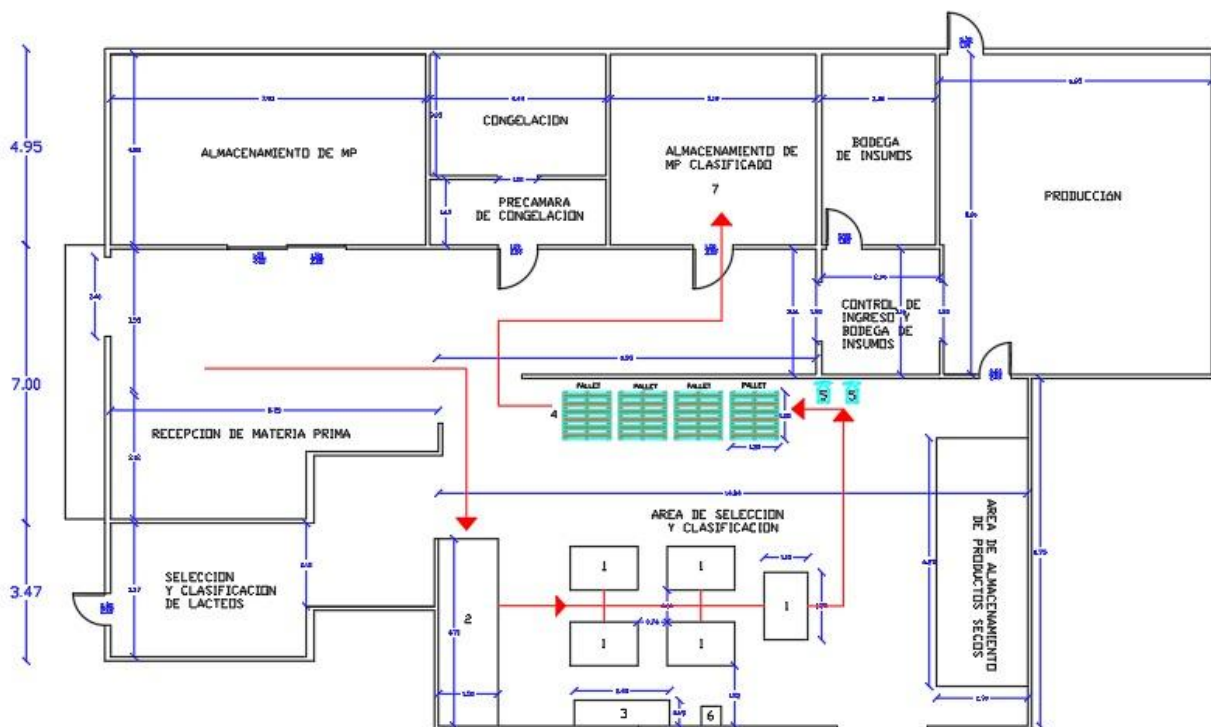
### 3. Resultados y análisis

#### 3.1. Propuesta de Rediseño

Se procedió a realizar dos layouts como alternativas para el área de selección y clasificación de frutas y vegetales.

##### Plano 2.

*Flujo de proceso de la propuesta de diseño 1.*

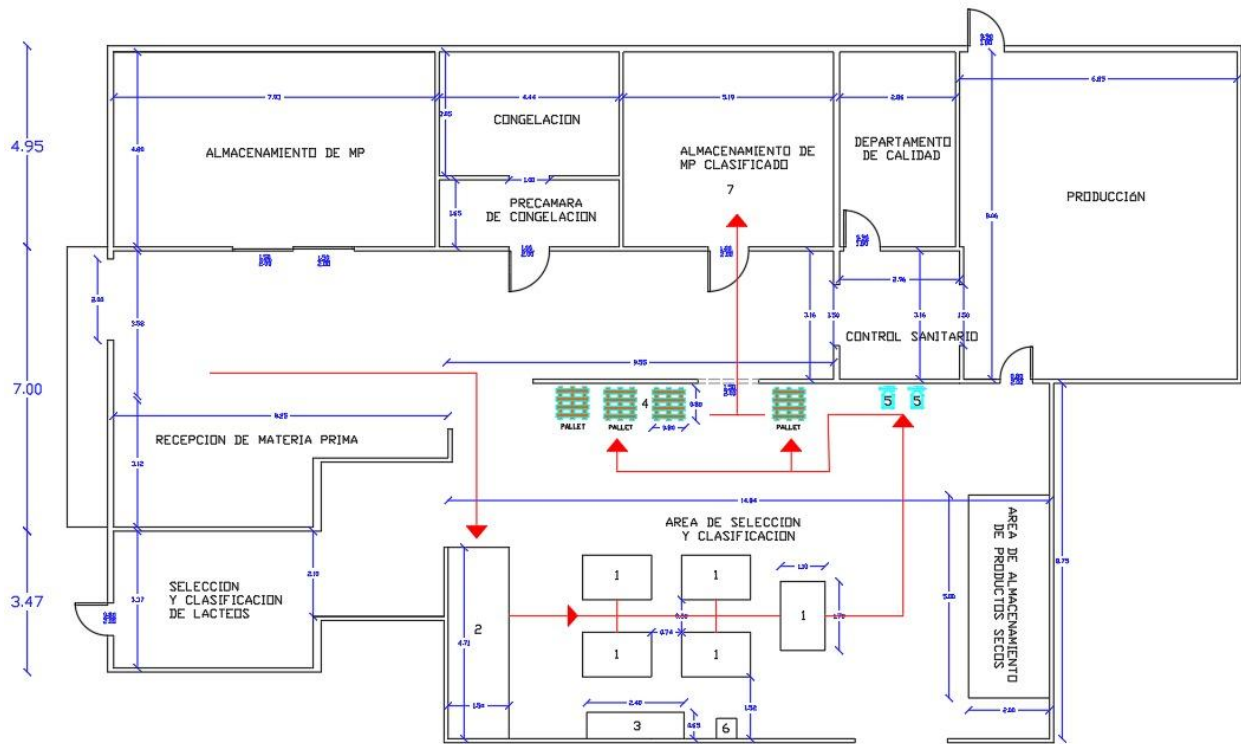


La primera propuesta de rediseño, presentada en la Plano 2, el espacio físico se mantiene; sin embargo, el área de selección y clasificación se reorganizó estratégicamente para mejorar el flujo operativo. El flujo que se maneja en este modelo es cíclico y unidireccional, no existe el cruce de las materias primas, el traspaso de las gavetas a las mesas y el producto clasificado que se presenta en el flujo actual. Si se reduce el riesgo de contaminación cruzada por la organización, pero no del todo, se sigue haciendo el uso del pasillo principal para el ingreso y

salida de los pallets. Se considero solo el uso de cinco mesas por la cantidad de afluencia de voluntarios; esa mesa tendrá dos gavetas para poder clasificar las frutas y verduras de manera separada, por lo que existe cargas pequeñas que no es necesario el uso de dos mesas como es el proceso actual.

### Plano 3.

*Flujo de proceso de la propuesta de diseño 2.*



La segunda alternativa de rediseño se muestra en el Plano 3, mantiene el mismo espacio físico; pero el flujo es diferente a comparación al modelo anterior. Este diseño se elimina el uso del pasillo central para salida de los pallets con producto clasificado, permitiendo optimizar el flujo operativo y descongestionar el tránsito de los pallets, personal y materiales.

Para el diseño de este flujo se incorpora un área que facilite la salida de los pallets de producto clasificado para que el traspaso evite recorridos innecesarios hacia área de almacenamiento. Se delimito esta nueva área a través de la creación de una puerta para que la

salida de los pallets con producto clasificado sea más directa hacia el área de almacenamiento, las dimensiones aproximadas de la puerta son 1.5 m de ancho y 2 m altura. Estas medidas de diseño permiten la continuidad del flujo operativo sin interrumpir en las actividades que se realicen en el área.

Esta propuesta de diseño permite que el flujo sea ordenado y unidireccional, la trayectoria tipo “U”, esto permite que el recorrido sea continuo sin retrocesos. Esta mejora reduce el riesgo de contaminación cruzada y evita la congestión en el tramo principal de pallets, personas y materiales, mejorando la seguridad alimentaria y la eficiencia del proceso.

## **3.2 Evaluación de alternativas**

### **3.2.1 Criterio de mínima distancia**

La evaluación consistió en el criterio de mínima distancia. La sumatoria de las operaciones mostradas en la Tabla 11, fue de 7205. En la sumatoria de las propuestas de diseño 1 y 2 se obtuvieron valores de 5449 y 6521, respectivamente.

El mejor diseño fue seleccionado a partir de la eficiencia de cada propuesta (Anexo 1). La eficiencia de la propuesta 1 fue de 75%, mientras que la propuesta 2 tuvo una eficiencia del 91%. Es decir, la segunda propuesta, fue la opción con mejor eficiencia.

**Tabla 11.**

*Criterio de mínima distancia: diseño 1 y 2.*

Operaciones		Diseño 1		
		kg Total	Ponderación	Resultado
A	B	1030	1	1030
A	C	976	1	976
A	...			
A	I			
B	C			
B	D	1020	1	1020
B	...			
B	H	10	1	10
B	I			
C	D	947	1	947
C	...			
C	H	10	1	10
C	I			
D	E	1264	1	1264
D	F			
D	G	684	0	0
D	H			
D	I			
E	F	1072	0	0
E	G			
E	H			
E	I	192	1	192
F	G			
F	H			
F	I			
G	H			
G	I			
H	I			
TOTAL		7205		5449

Operaciones		Diseño 2		
		kg Total	Ponderación	Resultado
A	B	1030	1	1030
A	C	976	1	976
A	...			
A	I			
B	C			
B	D	1020	1	1020
B	...			
B	H	10	1	10
B	I			
C	D	947	1	947
C	...			
C	H	10	1	10
C	I			
D	E	1264	1	1264
D	F			
D	G	684	0	0
D	H			
D	I			
E	F	1072	1	1072
E	G			
E	H			
E	I	192	1	192
F	G			
F	H			
F	I			
G	H			
G	I			
H	I			
TOTAL		7205		6521

### 3.2.2 Matriz Multicriterio

En la Tabla 12 se puede observar que el diseño 2 es la propuesta con la mejor puntuación. Se consideró que el diseño 2 tenía un mejor espacio de trabajo, además de un flujo definido que evita el cruce en la entrada de la materia prima y en la salida del producto terminado.

**Tabla 12.**

*Matriz multicriterio, diseño 1 y diseño 2.*

Criterios	Ponderación	Diseño 1		Diseño 2	
		Puntaje	Puntuación	Puntaje	Puntuación
Flujo de materiales	0.22	1	0.22	3	0.66
Uso del espacio	0.2	3	0.6	3	0.6
Facilidad de control y supervisión	0.18	3	0.54	3	0.54
Facilidad de crecimiento	0.21	2	0.42	2	0.42
Seguridad alimentaria	0.19	1	0.19	2	0.38
Total			1.97		2.6

### **3.3 Análisis de criterio de diseño bajo normativa ecuatoriana.**

A partir de los métodos de validación (matriz de evaluación multicriterio y criterio de mínima distancia) se observó que la propuesta de diseño 2, cumple con los factores de operación, técnicos y sanitarios, satisfaciendo las necesidades del usuario que fueron expuestas previamente. Se realizó una comparación entre el flujo actual (Plano 1) y la propuesta de diseño seleccionada (Plano 2) con la finalidad de analizar los criterios de diseño establecidos por las Buenas Prácticas de Manufacturas (BPM) establecidos en la normativa ecuatoriana.

La normativa ecuatoriana establece principios de la correcta distribución del área para que el flujo operativo sea el óptimo, reducción de riesgos de contaminación cruzada y operaciones de limpieza, control y supervisión. De esta manera la comparación de los diseños no será únicamente en la optimización del proceso, sino también de los recorridos del producto, el personal, el traspaso de materiales y reducción de los riesgos de contaminación.

**Tabla 13.**

*Comparación del flujo actual con la propuesta de diseño 2.*

<b>Criterios</b>	<b>Flujo Actual</b>	<b>Propuesta de diseño 2</b>
Recorrido de proceso	El recorrido que se realiza no es unidireccional, es decir que para el ingreso de la materia prima y la salida el producto ya clasificado es por el mismo tramo, por lo que se genera demora por tránsito de personal y operacional.	Al ser el modelo escogido por el criterio de mínima distancia, el flujo operacional es una trayectoria en “U” haciendo que el flujo más continuo sin generar retornos o paso en un mismo tramo.
Segregación de zonas	En el modelo actual existe un retroceso del producto clasificado, pasa de nuevo por zonas como la recepción, considerada como zona con índice de contaminación.	En este modelo se propone una secuencia continua que reduce el contacto entre las áreas, así mismo limita las interferencias con el producto que ingresa al área de clasificación y que sale para la cámara de almacenamiento.
Prevención de contaminación cruzada	El riesgo de contaminación cruzada en flujo por el uso del pasillo central en el transporte de los alimentos, así mismo el recorrido es mayor aumentando la manipulación y la espera de los productos en puntos no ideales.	Existe una reducción en el recorrido por lo que reduce el tiempo de exposición del producto y no existe paso por el área de recepción.
Limpieza y saneamiento	Existe un tránsito contaste de los pallets y personas, tener limpia el área es difícil.	Los pasillos manejan un solo flujo por lo que se puede establecer la limpieza si interrumpir las operaciones, así mismo se reduce las zonas críticas de acumulación de residuos.

En base a la comparación realizada en la Tabla 13, se determinó que la propuesta de rediseño 2 facilita el cumplimiento de los criterios establecidos por las BPM. En el siguiente punto se analizará la inversión de involucra esta propuesta.

El área propuesta en el rediseño 2 es mucho mayor a comparación al diseño actual. La incorporación del área para el paso de los pallets hacia el almacenamiento permite que el flujo sea mucho más constante. Sin embargo, este diseño puede mejorar cuando se establezca un presupuesto mayor ya que existiera la facilidad de adquirir más materiales, insumos y costear la mano de obra. Asimismo, lograr que las comunidades beneficiarias envíen la cantidad de voluntarios solicitados por el banco de alimentos para así que el flujo propuesto con los parámetros establecidos (voluntarios requeridos) pueda lograr a clasificar y seleccionar las frutas y vegetales recibidos.

La propuesta de rediseño 1 no fue escogida sin embargo se realizó el análisis de este modelo para identificar las fortalezas y limitaciones del flujo a través de la siguiente Tabla 14.

**Tabla 14.**

*Fortalezas y limitaciones del rediseño 1.*

<b>Fortalezas</b>	<b>Limitaciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se define las áreas del proceso desde la recepción hasta el traspaso al almacenamiento, esto mantiene el orden en las operaciones y permite identificar las actividades que se realizan.</li> <li>- El diseño permite tener una secuencia lógica y continua del proceso, favoreciendo a la compresión del flujo para los trabajadores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De acuerdo con el criterio de mínima distancia, los recorridos de este modelo son más largos y cuenta con un mayor número de cruces, incrementando la manipulación del producto y exposición en el área.</li> <li>- En este modelo se sigue realizando el tránsito del flujo actual, es decir que se realiza la entrada y salida de los pallets por el pasillo central, dificultando el paso y riesgo de contaminación.</li> </ul>

### **3.4 Análisis de costos**

De acuerdo con la propuesta de diseño 2, en la Tabla 15 se observa la inversión que requeriría la propuesta. Debido a que solo considera la compra de pallets personalizados, con

dimensiones diferentes en comparación al pallet universal, gavetas de color amarillo para las frutas y verduras seleccionadas y clasificadas. Estos nuevos implementos, permitirían continuar con el flujo sin contratiempos, ya que se espera que, al aumentar la producción, exista disponibilidad de implementos para poder abarcarlo.

**Tabla 15.**

*Costos de inversión del rediseño 2.*

Detalle	Cant.	Precio Unitario (\$)	Total (\$)
Boquete, Mano de obra y acabados	1	150	150
Pallet 0.80 X 0.80 X 0.14	10	68	681,5
Gavetas de color amarillo	10	7,5	75
Señalética de área, roles y flujo en piso	1 lote	85	85
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 961.5</b>

Otros costos considerados como partes del diseño incluyen el boquete que se debería realizar de 1.5 x 2 m, para el paso de los pallets con cargas hacia la cámara de frío para producto terminado. Los costos de manos de obra y materiales fueron referenciales. El costo total fue de \$961.5, valor que se encuentra dentro del presupuesto estimado, lo que hace a la propuesta un diseño viable, tanto en la funcionalidad como en lo económico. Incluso, facilitaría la opción de adquirir más pallet customizados, si el banco de alimento lo prefiere.

## **Capítulo 4**

## 4. Conclusiones y recomendaciones

### 4.1 Conclusiones

- La aplicación de la metodología Systematic Layout Planning (SLP) permitió analizar y reestructurar de forma ordenada el área de selección y clasificación, al evaluar las relaciones entre actividades, los flujos de materiales y los requerimientos de espacio, lo que facilitó la propuesta dos diseños funcionales.
- La propuesta de reestructuración del diseño 2 se ajusta a las restricciones del Banco de alimentos en cuanto a espacio disponible, presupuesto y variabilidad del personal voluntario, ya que logró una mejor puntuación en la matriz multicriterio.
- El diseño propuesto no existe los retrocesos en el flujo lo cual garantiza la reducción de tiempos de espera, errores operativos y condiciones de mejoras en el control sanitarios en el área de selección y clasificación.
- Los diseños propuestos se realizaron bajo el criterio de Buenas Prácticas de Manufacturas (BPM) garantizando mejoras en la reducción de contaminación cruzada, orden del proceso y condiciones de higiene.
- Las mejoras de diseño se enfocaron a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles que se mencionaron en el primer capítulo: el ODS 2 “*Hambre Cero*” se enfoca en la parte de mejorar el proceso para lograr procesar el mayor número de donaciones, permitiendo llegar a más comunidades; mientras que el ODS 9 “*Industria, Innovación e Infraestructura*” se logra al proponer los dos rediseños, estableciendo flujos operativos mediante criterio BPM.

## 4.2 Recomendaciones

- El flujo propuesto debe implementarse de forma progresiva con la finalidad de evitar confusiones con el personal y así minimizar las interrupciones en el flujo.
- Una vez que se realice las modificaciones de la infraestructura se deberá ordenar los materiales (pallets, pesas, producto seco) como se lo sugirió; sin embargo, si durante el proceso se evidencia complicaciones, se deberá a cabo la observación del proceso para poder ordenar los materiales de mejor manera.
- Como punto de mejora para el futuro, es necesario que consideren la creación de un control sanitario para el ingreso de la planta. Es ideal tener el control para todas las áreas en que se manipula alimentos.
- De acuerdo con lo observado en las visitas, es importante que se mantenga el orden en los pasillos ya que facilitará el tránsito de pallets, personas y materiales durante las operaciones, caso contrario existirá inconvenientes durante el proceso.
- Mantener actualizado los sistemas de gestión que se realiza en el banco de alimentos como los POES y BPM de acuerdo con el nuevo flujo de operación,
- Dar seguimiento en la eficiencia del proceso, manejo de desperdicio y el aprovechamiento de los alimentos, con ayuda de los registros que maneja en el banco de alimentos para garantizar la eficiencia en el sistema.
- Para asegurar la inocuidad de los productos clasificados, considerar la reubicación de la operación del lavado de envases fuera del área de selección y clasificación. Esto, además, podría aumentar el espacio de disponible, para una futura expansión.

- Aplicar herramientas que permita el buen manejo de los productos clasificados como el sistema FIFO, el correcto almacenamiento y manejo de residuos, garantizando el compromiso de consumo responsable y la reducción de desperdicios.
- Como medida para aumentar el número de voluntarios, o retención, se recomienda la implementación de un plan de incentivos que se centre en premiar el desempeño de los mejores colaboradores.
- Realizar un estudio para la implementación de un filtro sanitaria antes de la entrada de las zonas de proceso y producción.

## Referencias

- Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA). (2013). Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados (ARCSA-DE-067-2015- GGG). Quito, Ecuador.
- Akkerman, R., Buisman, M., Cruijssen, F., de Leeuw, S., & Haijema, R. (2023). Dealing with donations: Supply chain management challenges for food banks. *International Journal of Production Economics*, 262, 108926. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108926>
- Álvarez-Arias, D., Ávila-Moore, J., & Hurtado-Rivera, J. (2022). Aplicación de Metodología SLP para Redistribución de Planta en Microempresa Colombiana del Sector Marroquinerero: Un Estudio de Caso. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 4. <https://doi.org/10.17981/bilo.4.1.2022.11>
- Alzate, T., & Orozco Soto, D. (2021). Pérdida y desperdicio de alimentos. Problema que urge solución. *Perspectivas En Nutrición Humana*, 23, 133–139. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v23n2a01>
- Bazerghi, C., McKay, F. H., & Dunn, M. (2016). The Role of Food Banks in Addressing Food Insecurity: A Systematic Review. *Journal of community health*, 41(4), 732–740. <https://doi.org/10.1007/s10900-015-0147-5>
- Castillo-Vergara, M., Alvarez-Marin, A., & Cabana-Villca, R. (2014). Design thinking: como guiar a estudiantes, emprendedores y empresarios en su aplicación. *Ingeniería Industrial*, 35(3). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59362014000300006&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59362014000300006&script=sci_arttext)

- Chaim, N. A., & Arraes, N. A. M. (2024). Perspectives on Evaluation of Food Banks. *Sustainability* 2024, Vol. 16, Page 9617, 16(22), 9617. <https://doi.org/10.3390/SU16229617>
- Cupaja, D. F. G., & Angarita, A. Y. U. (2021). Buenas prácticas de manufactura para procesamiento y conservación de vegetales. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 12(1), 117-136.
- El Universo. (2025). Ecuador es el tercer país con más hambre en América del Sur, según un estudio. <https://www.eluniverso.com/noticias/internacional/ecuador-es-el-tercer-pais-con-mas-hambre-en-america-del-sur-segun-un-estudio-nota/>
- Gonçalves, J., Anjos, O., & Guiné, R. P. F. (2025). A Revisit of Plant Food Waste Along Food Supply Chains: Impacts and Perspectives. *Foods*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/foods14081364>
- Grenzfurtner, W., Tizghadam, P., & Gruchmann, T. (2025). Production line balancing and reconfiguration in the food industry: A simulation study from a baked goods manufacturer. *Procedia Computer Science*, 253, 2684–2692. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050925003369?>
- Guevara, A. (2021). EL ROL DE LOS BANCOS DE ALIMENTOS EN PAÍSES EN DESARROLLO. ECUADOR ES CALIDAD - Revista Científica Ecuatoriana, 8. <https://doi.org/10.36331/revista.v8i1.134>
- Hidalgo, D., & Martín-Marroquín, J. M. (2020). El desperdicio de alimentos, un problema global. *IndustriaAmbiente: Gestión Medioambiental y Energética*, 29, 28–33.
- Mishan, N. N., & Tap, M. M. (2015). Increasing line efficiency by using timestudy and line balancing in a food manufacturing company. *Jurnal*

- Muther, R., & Hales, L. (2015). *Systematic Layout Planning Fourth Edition*.
- Peña Orozco, D. L., Neira García, Á. M., & Ruis Grisales, R. A. (2016). Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento. *Scientia Et Technica*, 21(3), 239–247. <https://www.redalyc.org/pdf/849/84950585006.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2024). Informe sobre el índice de desperdicio de alimentos 2024. Nairobi.
- Rivera, A., Smith, N., & Ruiz, A. (2023). A systematic literature review of food banks' supply chain operations with a focus on optimization models. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 13. <https://doi.org/10.1108/JHLSCM-09-2021-0087>
- Ruiz, E., Moreno, J., & Suarez, R. (2019). Buenas prácticas corporativas en materia de reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe. <https://doi.org/10.18235/0001570>
- Soto, K., Peña, L., Sánchez, C. W., & Castañeda, N. (2020). Metodología SLP para la Distribución en Planta de Empresas Productoras de Guadua Laminada Encolada (GLG). *Ingeniería*, 25, 103–116. <https://doi.org/10.14483/23448393.15378>
- Vivar, E. (2024). Ecuador es el cuarto país que más desperdicia comida en Latinoamérica. *Forbes*. <https://www.forbes.com.ec/rankings/ecuador-cuarto-pais-mas-desperdicia-comida-latinoamerica-n51147>

## Apéndice A. Cálculo de eficiencias, criterio de mínima distancia

$$\text{Eficiencia Diseño 1} = \frac{5449}{7205} \times 100 = 76\%$$

$$\text{Eficiencia Diseño 1} = \frac{6521}{7205} \times 100 = 91\%$$

## Apéndice B. Imágenes de las visitas realizadas al banco de alimentos

**Figura B.1.**

Recepción de materia prima



**Figura B.2.**

Área de selección y clasificación



**Figura B.3.**

Pasillo de entrada al área de producción (existencia del pediluvio)



**Figura B.4.**

Pallets clasificados listos para el almacenamiento.

