

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

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

Rediseño del proceso de selección y clasificación de frutas, verduras y  
perecederos en un banco de alimentos

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Ingenieros Industriales**

Presentado por:

León Oñate Jerry Fernando

Velarde Parrales Genesis Guadalupe

Guayaquil - Ecuador

Año: 2023

## Dedicatoria

---

Este proyecto se lo dedico especialmente a mi padre, Henry León, que es mi principal fuente de sabiduría para tomar siempre las mejores decisiones y mi guía para seguir por un camino responsable. A mi madre, Laura Oñate, que siempre me ha demostrado que, con esfuerzo y sacrificio, todo es posible en esta vida, lo que, junto con su demostración de orgullo hacia mí, me ayudó mucho a nunca darme por vencido en mi vida universitaria. Por último, pero para nada menos importante, a mi querida hermana Karen León, que desde muy pequeño ha sido mi fuente de inspiración a ser una persona estudiosa y autodidacta.

**Jerry Fernando León Oñate**

## **Dedicatoria**

---

A mis padres, Angel Velarde

Montesdioca y Maribel Parrales Guaygua.

Pilares fundamentales de mi vida.

**Genesis Guadalupe Velarde Parrales**

## Agradecimientos

---

Agradezco a mis amigos de carrera: Kristell, Lucho, Juanda, Natasha y Yamileth, los cuales considero personas muy inteligentes y con un gran corazón, su apoyo fue de gran ayuda para poder culminar la carrera.

A mis mejores amigos, Aaron y Nicolas, los cuales siempre me han ayudado con cualquier inconveniente y siempre han estado ahí para apoyarme y escucharme, lo que hizo que mis noches de desvelo por los trabajos, hayan sido llevados de una forma divertida y menos estresante.

Agradezco al banco de alimentos por su cordial atención y su ayuda inmediata sobre cualquier información que necesitáramos.

**Jerry Fernando León Oñate**

## **Agradecimientos**

---

Agradezco a mis padres, por todo el amor indescriptible que me brindan y el esfuerzo que hacen para que pueda cumplir mis objetivos.

A mi familia por creer en mí y apoyarme incondicionalmente en cada paso que doy.

Y, a mis amigos de la universidad, por todos los buenos momentos compartidos durante toda la carrera.

**Genesis Guadalupe Velarde Parrales**

## Declaración Expresa

---

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Jerry León y Genesis Velarde y damos nuestro 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”



---

Jerry León



---

Genesis Velarde

## **Evaluadores**

---

**María Laura Retamales G., M.Sc.**

Profesor de Materia

---

**María Fernanda López S., M.Sc.**

Tutor de proyecto

## RESUMEN

El proyecto se desarrolla en un banco de alimentos que recibe donaciones de todo tipo de producto, siendo los de consumo humano seleccionados y clasificados previos a ser donados a fundaciones. La organización requiere rediseñar el área de selección y clasificación con la finalidad de aumentar la cantidad de producto alimenticio clasificado al día para que se realicen más donaciones y se disminuya la pérdida por almacenamiento. Se establece como objetivo rediseñar el proceso de esta área para mejorar el flujo de personas y materiales, a su vez, definir sus operaciones mediante la propuesta de diseño que cumpla con las especificaciones establecidas. Para el desarrollo del rediseño, se realizaron distintas propuestas mediante la aplicación de la metodología SLP, donde se seleccionó la mejor propuesta en base al cumplimiento de las especificaciones, costos y rendimiento del diseño. Como resultado se incrementó un 16% el espacio libre dentro del área y se aumentó una nueva estación de trabajo, pasando de 3 a 4, lo que permitió una mayor capacidad de producción. Para simular el proceso y analizar los resultados se utilizó FlexSim, logrando clasificar el 99,97% de los alimentos que llegan al día. Por lo tanto, se concluye que el rediseño mejora significativamente el proceso de selección y clasificación permitiendo que más donaciones puedan ser entregadas diariamente.

**Palabras Clave:** Metodología SLP, simulación, banco de alimentos



## ***ABSTRACT***

*The project is carried out in a food bank that receives donations of all kinds of products, being those for human consumption selected and classified prior to being donated to foundations. The organization needs to redesign the selection and classification area in order to increase the amount of classified food product per day so that more donations are made and storage losses are reduced. The objective is to redesign the process of this area to improve the flow of people and materials, in turn, define its operations through the design proposal that meets the established specifications. For the development of the redesign, different proposals were made through the application of the SLP methodology, where the best proposal was selected based on compliance with the specifications, costs and performance of the design. As a result, the free space within the area was increased by 16% and a new work station got expanded, going from 3 to 4, which allowed a greater production capacity. To simulate the process and analyze the results, FlexSim was used, managing to classify 99.97% of the food that arrives per day. Therefore, it is concluded that the redesign significantly improves the selection and classification process, allowing more donations to be delivered daily.*

**Keywords:** *SLP methodology, simulation, food bank*

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
Abreviaturas .....	VI
Simbología .....	VII
Índice de figuras.....	VIII
Índice de tablas .....	X
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
1. Introducción .....	1
1.1 Descripción del problema.....	2
1.2 Justificación del problema.....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo general .....	3
1.3.2 Objetivos específicos .....	3
1.4 Marco teórico .....	3
1.4.1 SIPOC .....	3
1.4.2 Despliegue de la función de calidad (QFD) .....	4
1.4.3 Prueba de una hipótesis estadística.....	4
1.4.4 Metodología SLP .....	5
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>6</b>
2. Metodología. ....	6
2.1 Definición.....	6
2.1.1 Alcance del proyecto .....	6

2.1.2	Lluvia de ideas.....	7
2.1.3	Punto de vista (POV).....	8
2.1.4	Despliegue de la función de calidad (QFD) .....	8
2.1.5	Restricciones.....	9
2.1.6	Triple Línea Base.....	10
2.2	Recolección de datos.....	11
2.2.1	Plan de recolección de datos.....	11
2.2.2	Validación de datos .....	13
2.2.3	Descripción de los datos recolectados .....	13
2.3	Análisis.....	19
2.3.1	Situación actual.....	19
2.3.2	Opciones de diseño .....	21
2.3.3	Selección del diseño .....	31
2.3.4	Análisis de costos .....	33
2.4	Rediseño.....	34
2.5	Planos arquitectónicos del rediseño .....	35
CAPÍTULO 3.....		38
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	38
3.1	Simulación del rediseño .....	38
3.2	Resultados de la simulación .....	39
3.3	Análisis de la Triple línea Base.....	41
3.3.1	Pilar Ambiental.....	41
3.3.2	Pilar Económica.....	42
3.3.3	Pilar Social.....	42
CAPÍTULO 4.....		44

4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	44
4.1	Conclusiones .....	44
4.2	Recomendaciones.....	45
	Bibliografía .....	46
	ANEXOS .....	47

## Abreviaturas

SLP Systematic Layout Planning

SIPOC Supplier, Inputs, Process, Output y Costumers

QFD Quality Function Deployment

POV Point of View

CEO Chief Executive Officer

VE Estación de trabajo de legumbres

FR Estación de trabajo de frutas

PE Estación de trabajo de perecederos

CC Gavetas limpias

PA Pallets

STV Estación de lavadero de legumbres

STF Estación de lavadero de frutas

TR Estación de basura

L Espacio libre

VE/FR Estación de trabajo mixta

SVF Estación de lavadero

**Simbología**

Kg	Kilogramos
m	Metros
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 <i>Diagrama SIPOC</i> .....	7
Figura 2.2 <i>Lluvia de ideas</i> .....	7
Figura 2.3 <i>POV</i> .....	8
Figura 2.4 <i>QFD</i> .....	9
Figura 2.5 <i>Serie de tiempo de los kilogramos clasificados por día</i> .....	13
Figura 2.6 <i>Diagrama de cajas para el número de voluntarios por turno</i> .....	14
Figura 2.7 <i>Serie de tiempo de los kg de alimentos recibidos por día</i> .....	15
Figura 2.8 <i>Dimensiones del área de selección y clasificación de alimentos</i> .....	16
Figura 2.9 <i>Serie de tiempo de las donaciones despachadas a fundaciones por día</i> .....	18
Figura 2.10 <i>Diagrama de pastel de la merma recibida en las donaciones</i> .....	19
Figura 2.11 <i>Diagrama de hilo del flujo de materiales y de personas en el área</i> .....	20
Figura 2.12 <i>Gráfico de relaciones del diseño actual</i> .....	21
Figura 2.13 <i>Diagrama de bloques del diseño actual</i> .....	22
Figura 2.14 <i>Layout del diseño actual del área de selección y clasificación</i> .....	22
Figura 2.15 <i>Matriz de eficiencia basada en distancia de la situación actual</i> .....	23
Figura 2.16 <i>Gráfico de relaciones de la propuesta de diseño 1</i> .....	24
Figura 2.17 <i>Matriz de relaciones de la propuesta de diseño propuesta 1</i> .....	24
Figura 2.18 <i>Diagrama de bloques de la propuesta de diseño 1</i> .....	25
Figura 2.19 <i>Layout de la propuesta de diseño 1</i> .....	26
Figura 2.20 <i>Matriz de eficiencia basada en distancia de la propuesta de diseño 1</i> .....	26
Figura 2.21 <i>Gráfico de relaciones de la propuesta de diseño 2</i> .....	28

Figura 2.22 <i>Matriz de relaciones de la propuesta de diseño 2</i> .....	28
Figura 2.23 <i>Diagrama de bloques del diseño 2</i> .....	29
Figura 2.24 <i>Layout de la propuesta de diseño 2</i> .....	30
Figura 2.25 <i>Matriz de eficiencia basada en distancia de la propuesta de diseño 2</i> .....	30
Figura 2.26 <i>Plano arquitectónico del rediseño del área</i> .....	36
Figura 2.27 <i>Plano arquitectónico del rediseño y el flujo de los materiales</i> .....	37
Figura 3.1 <i>Comparación de los kg procesados por día del Rediseño vs Diseño Actual</i> ..	39
Figura 3.2 <i>Prueba de hipótesis de diferencia entre las medias de kg recibidos y simulación</i> .....	40
Figura 3.3 <i>Resultados de la simulación del rediseño con los datos del 7 julio del 2023</i> .	40



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 <i>Plan de recolección de datos</i> .....	12
Tabla 2.2 <i>Número de equipos dentro del área de clasificación y selección</i> .....	16
Tabla 2.3 <i>Posiciones de trabajo dentro del área de selección y clasificación</i> .....	17
Tabla 2.4 <i>Cálculo del porcentaje de área superficial disponible del diseño actual</i> .....	20
Tabla 2.5 <i>Cálculo del porcentaje de área superficial ocupado y disponible del diseño</i> 123	
Tabla 2.6 <i>Cálculo del porcentaje de área superficial del diseño 2</i> .....	27
Tabla 2.7 <i>Comparación del diseño actual y los diseños propuestos</i> .....	32
Tabla 2.8 <i>Costos para la propuesta del diseño 1</i> .....	33
Tabla 2.9 <i>Costos para la propuesta del diseño 2</i> .....	34
Tabla 2.10 <i>Estaciones de trabajo y actividades en el Rediseño</i> .....	35
Tabla 3.1 <i>Parámetros de los procesos y Distribuciones Asociadas</i> .....	38

## CAPÍTULO 1

### 1. INTRODUCCIÓN

Al entrar a los supermercados, y ver la inmensa cantidad de alimentos, se cree que todos estos terminan vendiéndose o que se consumen en los diferentes hogares aledaños a los mismos, pero de acuerdo con el informe sobre el índice de desperdicio de alimentos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, se estima que el 17% de alimentos se desperdicia a nivel mundial siendo aproximadamente 121 millones de toneladas de alimentos desperdiciados por los supermercados.

Dentro de estos negocios, los desperdicios de alimentos pueden darse por distintos motivos, como el incumplimiento de los estándares de calidad que no necesariamente significa que el producto no pueda ser consumido, sino que no se cumplen con las especificaciones estéticas; asimismo, existen alimentos que están en buenas condiciones para el consumo humano sin embargo por la fecha de caducidad ya no pueden ser vendidos al consumidor.

Una de las estrategias que emplean los supermercados para reducir el desperdicio de alimentos es la donación de estos alimentos a instituciones benéficas y/o bancos de alimentos.

Los bancos de alimentos son organizaciones sin fines de lucro que se encargan de la recolección de los alimentos donados por los supermercados, para luego realizar el proceso de selección y clasificación donde se pretende recuperar la mayor cantidad de alimentos apto para el consumo humano con la ayuda de grupos voluntarios y así, poder entregar el alimento a diferentes fundaciones que, a su vez beneficiarían a grupos vulnerables.

Los alimentos perecederos son sensibles a muchos factores siendo el paso del tiempo el más crucial para un banco de alimentos, por tal razón, es importante mantener las condiciones adecuadas en cada etapa del proceso para su agilización y preservación del alimento.

### **1.1 Descripción del problema**

El proyecto se desarrolla en un banco de alimentos, el cual recibe todo tipo de donaciones como alimentos perecederos y no perecederos, medicina, ropa, entre otros.

Las donaciones de alimentos como frutas, legumbres y perecederos son proporcionadas por cadenas de supermercados, se realiza el proceso de selección y clasificación donde se involucra entre 16 y 24 voluntarios en un espacio de 26 m<sup>2</sup> en el cual solo se logra clasificar un promedio de 1600 kg por día. Dentro del proceso, se observa un flujo ineficiente de personal y materiales por lo tanto no se cumple la meta diaria, la cual es mínimo de 2000 kg por día.

### **1.2 Justificación del problema**

El rediseño del proceso de selección y clasificación de frutas, legumbres y perecederos es oportuno para agilizar el proceso y así cumplir con las metas diarias definidas.

El desarrollo del proyecto no solo trae beneficios al banco de alimentos al mejorar el proceso y las condiciones de trabajo que traen consigo un incremento en la eficiencia operacional, también se tiene un impacto positivo en la razón de ser del banco de alimentos debido a que al incrementar los kilogramos de alimentos seleccionados y clasificados, se podrán entregar más alimentos a todas las fundaciones registradas y como consecuencia, muchas personas en situaciones vulnerables podrán alimentarse.

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo general***

Rediseñar el proceso de selección y clasificación de legumbres, frutas y perecederos para mejorar el flujo de personas y materiales, a su vez también, definir sus operaciones, mediante la propuesta de diseño que cumpla con las especificaciones establecidas, dentro de los próximos 4 meses.

#### ***1.3.2 Objetivos específicos***

Implementar herramientas y técnicas que permitan mejorar el flujo del área de selección y clasificación de legumbres, frutas y perecederos.

Analizar diferentes metodologías para definir las estaciones de trabajo, roles de trabajo y el número de voluntarios correspondientes.

Evaluar los resultados del rediseño del proceso mediante la realización de pruebas piloto y comparación con el diseño actual.

### **1.4 Marco teórico**

#### ***1.4.1 SIPOC***

Es una herramienta que se utiliza para analizar un proceso de una manera más amplia, identificando los proveedores involucrados, las entradas y salidas para cada actividad y la relación del cliente final sobre cada paso del proceso, de esta manera se puede comprender, clasificar y adaptar las necesidades de los clientes. La herramienta se divide en 5 secciones, mencionadas como siglas en su nombre, las cuales son: Suppliers (proveedores): ente que brinda los recursos a las actividades del proceso; Inputs (entradas): todo lo necesario para que se pueda empezar a realizar el proceso; Process (proceso): serie de actividades que convierten los recursos en producto; Outputs (salidas): Servicio o producto que se obtiene de cada actividad del proceso;

Customers (clientes): Ente o proceso que obtiene lo que salió de las actividades (González & Escobar, 2021).

#### ***1.4.2 Despliegue de la función de calidad (QFD)***

La herramienta QFD traduce las necesidades que tiene el cliente a características de diseño que la organización puede implementar para atender dichas necesidades. Por lo que, permite a una organización enfocarse en las necesidades del cliente, determinar soluciones innovativas a esos requerimientos, y así aumentar la efectividad mejorando los procesos. El despliegue de la función de calidad es una técnica que tiene como objetivo mejorar los procesos permitiendo a la organización superar las expectativas de los clientes claves. (Goetsch & Davis, 1994)

#### ***1.4.3 Prueba de una hipótesis estadística***

Una hipótesis es una proposición que puede ser verdadera o falsa, en la cual se adopta cierta postura hasta obtener la suficiente información que no la apruebe, si no existe consistencia se rechaza la hipótesis. La finalidad de las pruebas de hipótesis estadísticas es evaluar la probabilidad asociada a la hipótesis nula ( $H_0$ ) de que no hay suficiente evidencia estadística que niegue su aseveración. El valor de  $p$  que se obtiene indica la probabilidad de estar a favor de la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), la cual es la negación de la hipótesis nula (Dagnino, 2014).

**1.4.3.1 Prueba sobre una media.** Es un método estadístico que permite conocer si el valor estimado de una variable poblacional es lo suficientemente confiable para que sea tomado como un parámetro, debido a que se puede obtener un valor en la muestra sesgado al poblacional, incorrecto o no ser aleatorio. Para esto es necesario determinar el resultado del valor de  $p$  para rechazar o no la hipótesis nula; se debe considerar el tamaño de la muestra, su distribución y si es necesaria su estandarización o no (Walpole, Myers, & Myers, 1999).

#### **1.4.4 Metodología SLP**

La metodología SLP tiene como objetivo planear la distribución de una planta, mediante el seguimiento de varias fases, las cuales abarcan un conjunto de procedimientos y símbolos convencionales para la identificación, visualización y evaluación de las áreas y elementos dentro de la planta (Marañón, Rodolfo, Jazmín, & Marco, 2016).

## CAPÍTULO 2

### 2. METODOLOGÍA.

El presente proyecto siguió la metodología de diseño de un nuevo producto, o un cambio a su diseño “*Design for Six Sigma*” o por sus siglas DFSS, esta herramienta se divide en varias etapas, las cuales son: definición, medición, análisis, diseño y verificación. En este capítulo se explicarán las herramientas que se usaron para el levantamiento de la información, el análisis y evaluación de su importancia para de esta forma poder realizar las opciones de rediseño en base a esta información.

#### 2.1 Definición

##### 2.1.1 Alcance del proyecto

Se realizó un diagrama SIPOC para conocer las actividades que se realizan en el proceso de selección y clasificación de frutas, verduras y perecederos, de esta forma también identificar las interacciones y relaciones que tienen los equipos, materiales, operadores y alimentos, con la finalidad de conocer todas las actividades internas y externas, pero indispensable para que se pueda realizar el proceso, dentro del área de selección y clasificación de alimentos.

Figura 2.1

## Diagrama SIPOC

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>Departamento de calidad y Empaque</li> <li>Cámara de frío 01</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pallets con gavetas sin clasificar</li> <li>Montacargas manual</li> <li>Cronograma de cargas a clasificar</li> </ul>	Trasladar cargas sin clasificar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pallets con gavetas sin clasificar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Área de Selección y clasificación de Frutas, legumbres y perecederos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Departamento de calidad y Empaque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gavetas limpias</li> <li>Utensilios: cuchillo, fundas, etc.</li> <li>Pallets con gavetas sin clasificar</li> <li>EPP</li> </ul>	Seleccionar y clasificar las cargas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gavetas con producto recuperado: Legumbres, frutas y varios</li> <li>Gavetas con merma</li> <li>Basura</li> <li>Gavetas sucias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Área de Selección y clasificación de Frutas, legumbres y perecederos</li> <li>Área de limpieza</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Área de Selección y clasificación de Frutas, legumbres y perecederos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gavetas con producto recuperado: Legumbres, frutas y varios</li> </ul>	Retirar gavetas clasificadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gavetas con producto recuperado: Legumbres, frutas y varios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Área de Selección y clasificación de Frutas, legumbres y perecederos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Departamento de calidad y Empaque</li> <li>Área de Selección y clasificación de Frutas, legumbres y perecederos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pallets con gavetas limpias</li> <li>Número de voluntarios por jornada</li> <li>Formato de Control de Peso de producto recuperado</li> </ul>	Armar Kits	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pallets con kits</li> <li>Registro en el formato de Control de Peso de producto recuperado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Área de Selección y clasificación de Frutas, legumbres y perecederos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Departamento de calidad y Empaque</li> <li>Área de Selección y clasificación de Frutas, legumbres y perecederos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formato de Identificación de productos clasificados</li> <li>Balanzas digitales</li> </ul>	Pesar gavetas, merma y basura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pallets con gavetas con producto recuperado: Legumbres, frutas y varios</li> <li>Registro en Formato de Identificación de productos clasificados</li> <li>Merma y basura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Área de desechos</li> <li>Área de Selección y clasificación de Frutas, legumbres y perecederos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Área de Selección y clasificación de Frutas, legumbres y perecederos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pallets con gavetas con producto recuperado: Legumbres, frutas y varios</li> <li>Registro en el formato de Control de Peso de producto recuperado.</li> </ul>	Trasladar cargas clasificadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pallets con gavetas con producto recuperado: Legumbres, frutas y varios</li> <li>Registro en el formato de Control de Peso de producto recuperado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cámara de frío 02</li> <li>Departamento de Calidad y Empaque</li> </ul>

## 2.1.2 Lluvia de ideas

Al conocer a las personas involucradas, tanto de manera interna como externa, que son claves para llevar a cabo el proceso de selección y clasificación de frutas, verduras y perecederos, se les procedió a consultar sobre el motivo por el que ellos consideran que está ocurriendo el problema descrito en este proyecto. Esta consulta tuvo como resultado las ideas mencionadas en la figura 2.2, a su vez también las personas que nos las proporcionaron.

Figura 2.2

## Lluvia de ideas



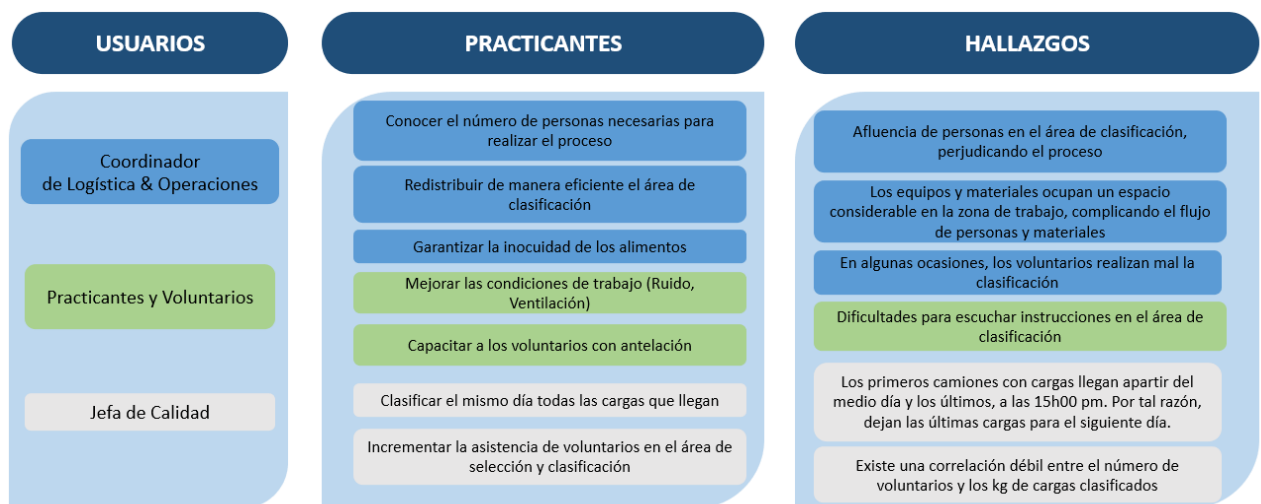


### 2.1.3 Punto de vista (POV)

Se analizaron las ideas manifestadas por los clientes para verificar que estén relacionadas con el problema. Se hizo uso de la herramienta POV para colocar las necesidades que más recalcan los clientes, y luego traducirlas a una forma más implícita para conocer lo que realmente se necesita mejorar o implementar, sin que lo hayan manifestado de una manera tan clara o precisa.

**Figura 2.3**

*POV*



### 2.1.4 Despliegue de la función de calidad (QFD)

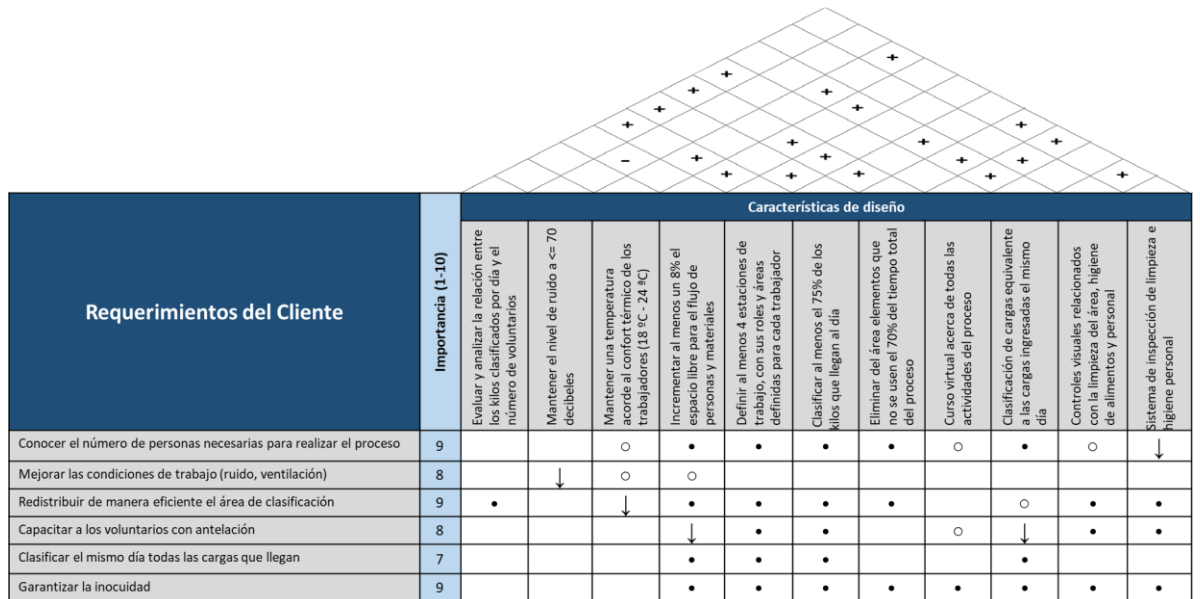
Al tener definidas las necesidades descritas por los clientes, se procedió a determinar diversas características de diseño que cubran estas necesidades. Por lo que, se empleó la herramienta QFD con la finalidad de proponer especificaciones técnicas que pueden contestar al “¿Cómo?” se cubrirán las necesidades mencionadas, estas características de diseño fueron evaluadas según su grado de importancia, obteniendo como resultado las siguientes características de diseño más relevantes.

- Incrementar al menos en un 8% el espacio libre en el área para el flujo de personas y materiales.

- Definir al menos 4 estaciones de trabajo, con sus respectivos roles y área/espacio definido para cada trabajador.
- Clasificar al menos el 75% de los kg de frutas, verduras y perecederos que llegan al día.

Figura 2.4

QFD



	Características de diseño										
	Evaluar y analizar la relación entre los kilos clasificados por día y el número de voluntarios	Mantener el nivel de ruido a <= 70 decibeles	Mantener una temperatura acorde al confort térmico de los trabajadores (18°C - 24°C)	Incrementar al menos un 8% del espacio libre para el flujo de personas y materiales	Definir al menos 4 estaciones de trabajo, con sus roles y áreas definidas para cada trabajador	Clasificar al menos el 75% de los kilos que llegan al día	Eliminar del área elementos que no se usen el 70% del tiempo total del proceso	Curso virtual acerca de todas las actividades del proceso	Clasificación de cargas equivalente a las cargas ingresadas en el mismo día	Controles visuales relacionados con la limpieza del área, higiene de alimentos y personal	Sistema de inspección de limpieza e higiene personal
Importancia técnica absoluta	81	8	59	337	381	381	246	136	260	267	249
Importancia técnica relativa	3	0	2	14	16	16	10	6	11	11	10
Gráfico de importancia técnica relativa	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■
Prioridad de mejora	9	11	10	3	1	2	6	8	4	5	7

2.1.5 Restricciones

Para el presente proyecto de rediseño, se establecieron las siguientes restricciones, las cuales fueron analizadas y determinadas junto con el cliente clave.

- Presupuesto de \$2000

- La alta rotación del número de voluntarios por jornada, entre 10 a 16 voluntarios.
- Espacio reducido del área de selección y clasificación, 26 m<sup>2</sup>.

### 2.1.6 Triple Línea Base

Los procesos que se llevan a cabo dentro de una empresa no solo tienen una repercusión monetaria, sino que también tienen un impacto a la sociedad y hacia el ambiente. Por esto, se empleó el concepto de Triple Línea Base para evaluar el éxito del rediseño del área de selección y clasificación de alimentos no solo desde el punto de vista económico, sino también a su aporte con la sociedad y el medio ambiente.

**2.1.6.1 Pilar Ambiental.** Una gran parte de los productos que llegan al banco de alimentos ya no se encuentran en buenas condiciones para el consumo humano, estos alimentos terminan siendo clasificados como merma para luego ser desechado. Este factor ambiental evalúa el porcentaje de consumo o uso útil que se le da a la merma cada día, estos alimentos en malas condiciones pueden ser usado como abono o alimentos para animales en granjas. La forma de calcular este factor se muestra en la ecuación 2.1.

$$\% \text{Kilos de merma donados para consumo animal} = \frac{\text{Kg de merma donado para consumo animal en día } n}{\text{Kg de merma donado para consumo animal en el día } n-1} \quad (2.1)$$

**2.1.6.2 Pilar Económica.** Al ser una organización sin fines de lucro, no se obtendrá una ganancia monetaria como tal, por esto para medir este factor, se propuso un indicador que evalúe su eficiencia operacional, siendo la cantidad de alimentos seleccionados y clasificados por día la ganancia monetaria dado que se podrá entregar más donaciones a las personas necesitadas de este recurso. Para el cálculo de este factor se estableció una división con resultado porcentual que se presenta en la ecuación 2.2.

$$\% \text{Eficiencia operacional} = \frac{\text{Kg clasificados por día}}{\text{Kg por clasificar en el día}} * 100 \quad (2.2)$$

**2.1.6.3 Pilar Social.** Para evaluar la contribución a la sociedad que nuestro rediseño aportaría, se empleó la ecuación 2.3, en donde se estudia el peso en kilogramos de las donaciones que se entregan a fundaciones en un periodo n.

$$\% \text{Kilos asignados a fundaciones} = \frac{\text{Kg clasificados a fundaciones en periodo } n}{\text{Kg clasificados a fundaciones en periodo } n-1} *$$

**100(2.3)**

## **2.2 Recolección de datos**

### **2.2.1 Plan de recolección de datos**

Se realizó un plan de recolección de datos para recopilar información fundamental para el desarrollo del rediseño del área, así también para evaluar más adelante las métricas mencionadas de la triple línea base. En este plan de recolección de datos, mostrado en la tabla 2.1, se describe el método de recolección de datos, la forma en que se validaran los datos y el motivo por el cual se recolectan.

**Tabla 2.1**

*Plan de recolección de datos*

No	¿Qué?			¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?		¿Por qué?	¿Quién?	
	Métrica	Unidad de medida	Tipo de dato	¿Dónde se recolecta?	¿Cuándo se recolecta?	Método de colección	Método de validación	Uso de los datos	Persona asignada	
1	Alimentos clasificados por día	Kg	Cuantitativo	Área de clasificación y selección de frutas, verduras y perecederos	12/06/23 – 21/06/23	Base de datos	Herramientas Estadísticas	Determinar el número de trabajadores requeridos	Líderes del Proyecto	
2	Número de voluntarios por jornada	Unidades	Cuantitativo		12/06/23 – 21/06/23	Base de datos	Herramientas Estadísticas			
3	Daily donations	Kg	Cuantitativo		12/06/23 - 21/06/23	Base de datos	Herramientas Estadísticas	Evaluación de la Medida Económica		
4	Dimensiones del área	Metros	Cuantitativo		12/06/23	Observación directa	GEMBA	Determinar las dimensiones de las áreas nos ayudará a rediseñar y planificar la distribución óptima considerando las dimensiones de todos los elementos		
5	Número de elementos en el área	Unidades	Cuantitativo		12/06/23	Observación directa	GEMBA			
6	Dimensiones de los elementos en el área	Metros	Cuantitativo		12/06/23	Observación directa	GEMBA			
7	Estaciones de trabajo en el área	Unidades	Cuantitativo	Departamento de logística y operaciones	13/06/23	Entrevista	GEMBA	Identificar los puestos de trabajo nos permitirá evaluar la circulación/flujo de personas/materiales para la óptima asignación de áreas y funciones de trabajo		
8	Donaciones asignadas a fundaciones por día	Kg	Cuantitativo	Departamento de logística y operaciones	12/06/23 – 21/06/23	Base de datos	Herramientas Estadísticas	Evaluación de la Medida Social		
9	Merma para consumo animal	Kg	Cuantitativo	Departamento de logística y operaciones	12/06/23 – 21/06/23	Base de datos	Herramientas Estadísticas	Evaluación de la Medida Ambiental		Jefa de Calidad
10	Presupuesto	Dólares	Cuantitativo	Departamento de logística y operaciones	08/06/23	Entrevista	N/A	Conocer el límite de presupuesto para el proyecto		Líderes del Proyecto

### **2.2.2 Validación de datos**

Una vez que se hayan recolectado los datos de las métricas definidas en el plan de recolección de datos se procede a su validación.

Para comprobar la confiabilidad de las bases de datos proporcionadas por el banco de alimentos, procedimos a registrar los datos de los reportes físicos para hacer una comparación de medias con 95% de confianza. El tamaño de la muestra fue de 60 datos, desde el 3/04/2023 hasta el 28/06/2023.

De igual forma, la métrica número de voluntarios por jornada es validada mediante la observación directa que consistió en registrar la asistencia de los voluntarios por jornada durante 13 días, para luego comparar las medias.

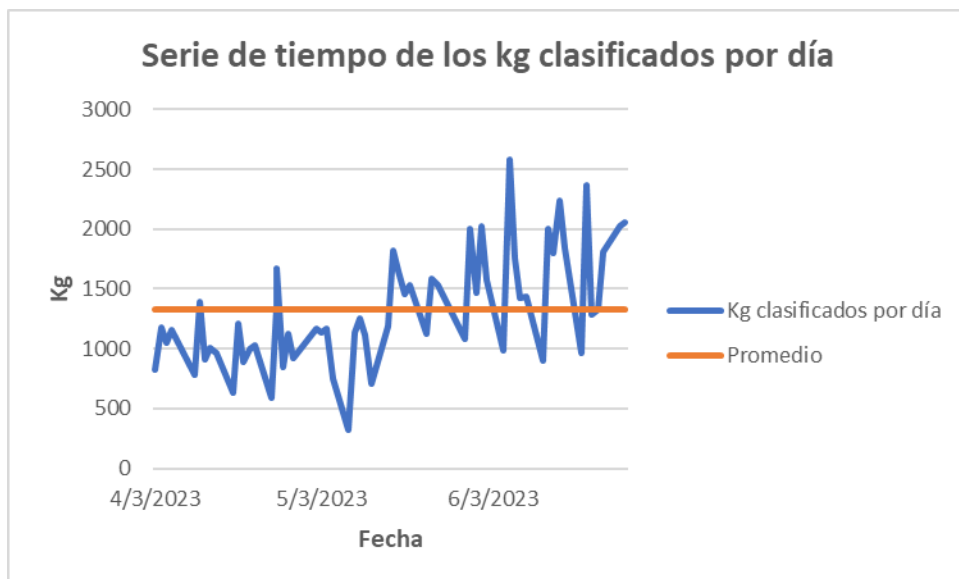
Por otro lado, las validaciones de las métricas restantes no fueron necesarias debido a que fueron tomadas directamente por los líderes del proyecto.

### **2.2.3 Descripción de los datos recolectados**

**2.2.3.1 Vegetales, frutas y perecederos clasificados por día.** Consiste en los kilogramos de vegetales, frutas y perecederos clasificados en los dos turnos de trabajo del banco de alimento; considerando en la clasificación el alimento óptimo para el consumo humano, basura y merma para el consumo animal.

#### **Figura 2.5**

*Serie de tiempo de los kilogramos clasificados por día*

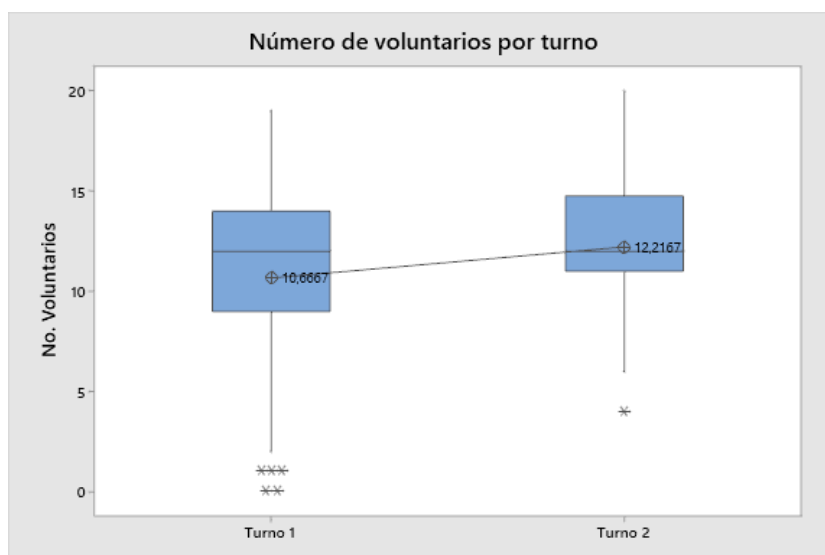


El peso promedio diario que el área logra seleccionar y clasificar es de 1323.44 kg, siendo 2582.56 kg el peso más alto que el área logró clasificar.

**2.2.3.2 Número de voluntarios por jornada.** Se refiere a los números de voluntarios que asisten por turno de trabajo al área de selección y clasificación de alimentos.

**Figura 2.6**

*Diagrama de cajas para el número de voluntarios por turno*



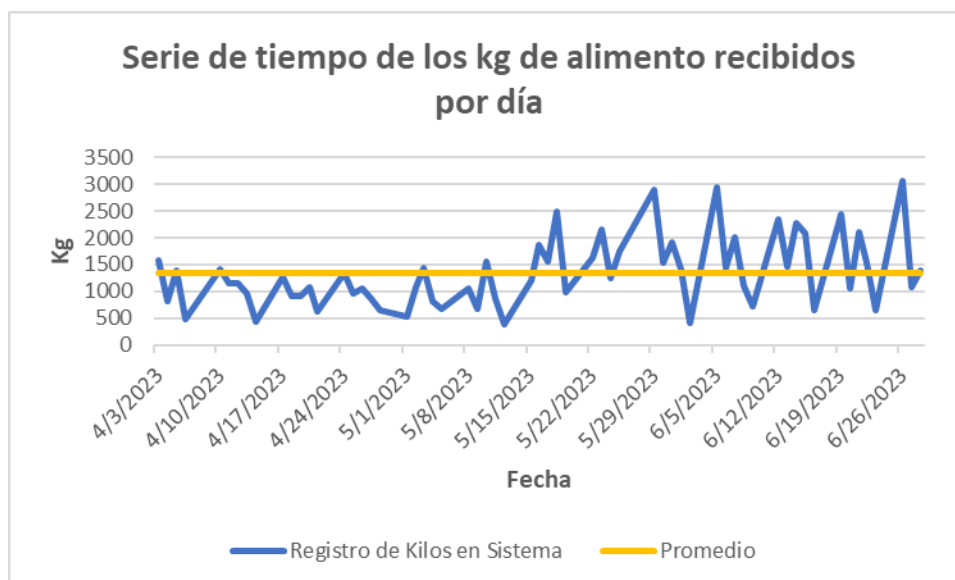
En la Figura 2.6, se observa que el número de voluntarios en el turno 1 es menos consistente que en el turno 2, teniendo como promedio 11 y 13 voluntarios respectivamente.

Los datos aberrantes se presentan porque los lunes no hay cargas por clasificar en el turno 1, por lo tanto, el número de voluntarios será mínimo y se encargaran netamente de la limpieza del área. Sin embargo, para el turno dos no es mayor el cambio debido a que las cargas empiezan a llegar a partir de las 12h00 pm y terminan de llegar a las 17h00, cuando la jornada ya acaba, es decir que no podrán clasificar todas las cargas que llegan el mismo día.

**2.2.3.3 Donaciones diarias.** Se refiere a las donaciones de vegetales, frutas y percederos recibidas recibidos de cadenas de supermercados.

### Figura 2.7

*Serie de tiempo de los kg de alimentos recibidos por día*



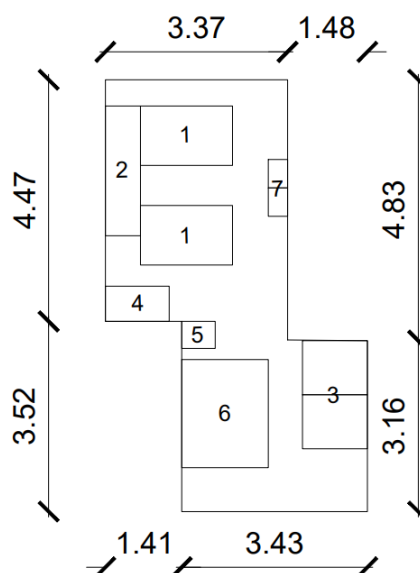
Si comparamos la figura 2.5 y figura 2.7, se observa que no todo lo que se recibe en el día es seleccionado y clasificado el mismo día. El promedio diario de donaciones es de 1335.63 kg, siendo 3052.15 kg el peso más alto recibido.



**2.2.3.4 Dimensiones del área.** Esta métrica tiene como objetivo mostrar las dimensiones reales del área de selección y clasificación.

**Figura 2.8**

*Dimensiones del área de selección y clasificación de alimentos*



**2.2.3.5 Número de elementos en el área.** Indica el número de equipos dentro del área con el fin de determinar la utilidad dentro del área y su frecuencia de uso.

**Tabla 2.2**

*Número de equipos dentro del área de clasificación y selección*

Equipos		
Cant.	Descripción	Dimensiones (m)
2	Mesas de acero inox.	1,70 x 1,10
1	Lavadero doble de acero inox.	2,40 x 0,65
2	Pallets	1,20 x 1,00
1	Lavadero de acero inox.	0,65 x 1,18
1	Tacho de basura	0,62 x 0,50
1	Mesa profunda de trabajo de acero inox.	1,60 x 2,00
2	Gavetas	0,52 x 0,36

**2.2.3.6 Dimensiones de los elementos en el área.** Indica el área superficial de cada uno de los equipos dentro del área con el objetivo de determinar el área superficial disponible.

**2.2.3.7 Puestos de trabajo en el área.** Se refiere a las funciones específicas de cada trabajador dentro del área de selección y clasificación con el objetivo de proponer o reasignar funciones de trabajo para mejorar el flujo de personas y materiales.

**Tabla 2.3**

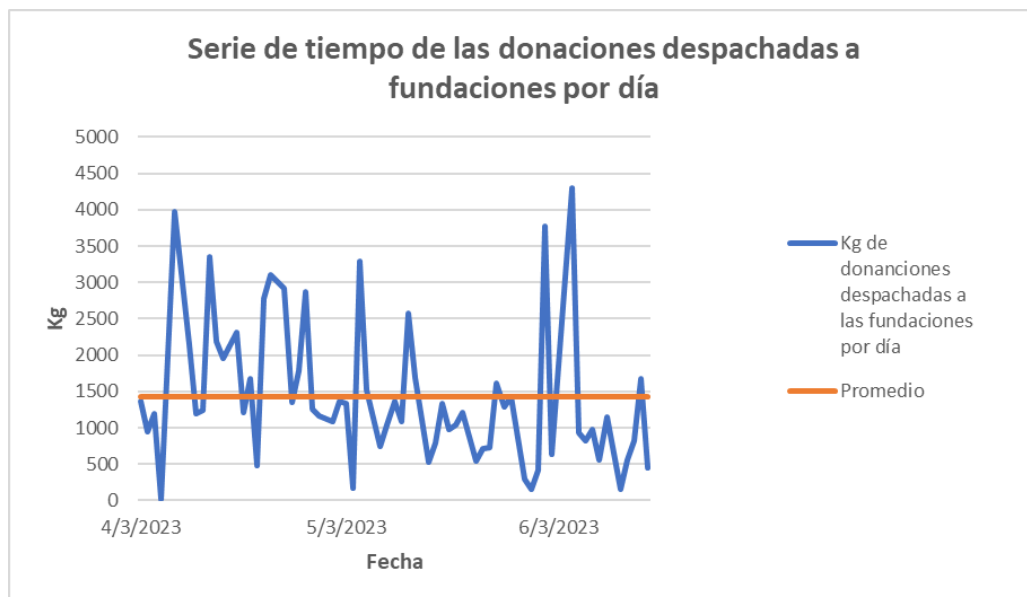
*Posiciones de trabajo dentro del área de selección y clasificación*

Puestos de trabajo	Descripción	Cant. Personas
Clasificador de legumbres	Voluntario encargado de seleccionar y clasificar legumbres. Reempacar las legumbres clasificadas. Mantener limpio su espacio de trabajo.	5
Clasificador de frutas	Voluntario encargado de seleccionar y clasificar frutas. Reempacar las frutas clasificadas. Mantener limpio su espacio de trabajo.	5
Clasificador de perecederos	Voluntario encargado de seleccionar y clasificar productos perecederos. Mantener limpio su espacio de trabajo.	2
Controlador de calidad	Supervisar a los voluntarios asegurando que los productos clasificados están en óptimas condiciones.	2
Operadores de pesado	Pasantes a cargo de pesar cargas clasificadas y armar kits de alimentos para voluntarios y programas sociales.	3

**2.2.3.8 Donaciones despachadas a las fundaciones por día.** Consiste en las donaciones de vegetales, frutas y perecederos que realiza el banco de alimentos a las distintas fundaciones sociales.

**Figura 2.9**

*Serie de tiempo de las donaciones despachadas a fundaciones por día*

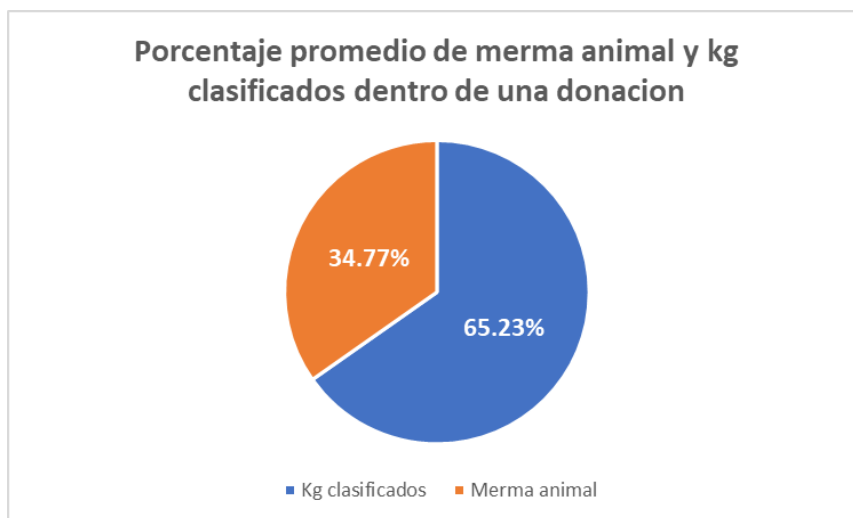


Si observamos la Figura 2.7 y la comparamos con la Figura 2.9, podemos decir que no todas las donaciones que llegan al banco en el día serán donadas a las fundaciones el mismo día y eso se da porque las cargas que llegan a partir de las 15h00 se las deja para clasificar al siguiente. Las donaciones diarias promedio que se entregan a las fundaciones es de 1421.74 kg.

**2.2.3.9 Merma destinada para el consumo animal.** Las donaciones recibidas en el banco de alimentos no llegan 100% óptimas para el consumo humano, un 34.77% viene con producto dañado y para evitar que esa merma de alimento sea considerada basura, el banco de alimentos se encarga de regalar a fincas dicho desperdicio para que puedan alimentar a sus animales, en especial a los cerdos.

**Figura 2.10**

*Diagrama de pastel de la merma recibida en las donaciones*



**2.2.3.10 Presupuesto.** Consiste en el monto de inversión techo del proyecto. El presupuesto es un valor muy importante, el cual se lo considera como restricción.

El proyecto puede invertirse hasta \$2000 dólares, sin embargo, si es posible que supere dicha cifra, pero deberá ser evaluado con el CEO del banco de alimentos.

## 2.3 Análisis

### 2.3.1 Situación actual

El área de selección y clasificación cuenta con aproximadamente 26 m<sup>2</sup>, y dentro de ella se encuentran equipos descritos en la tabla 2.4.

**Tabla 2.4**

*Cálculo del porcentaje de área superficial disponible del diseño actual*

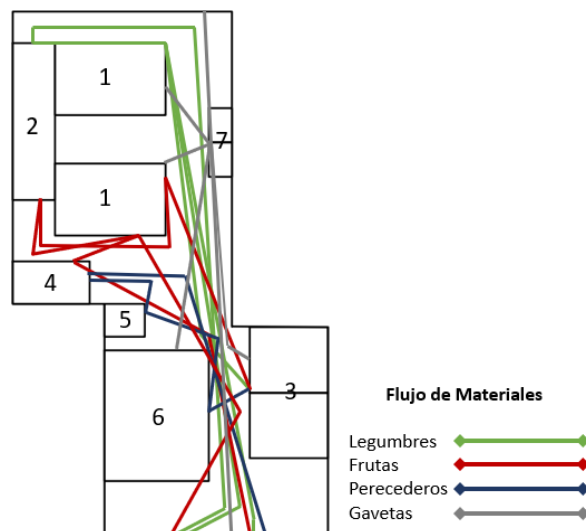
No.	Equipos	Área
1	Mesas de trabajo de acero inox	3,74 m <sup>2</sup>
2	Lavadero doble de acero inox	1,56 m <sup>2</sup>
3	Pallets	2,4 m <sup>2</sup>
4	Lavadero de acero inox	0,77 m <sup>2</sup>
5	Tacho de basura	0,31 m <sup>2</sup>
6	Mesa de prep. de acero inox	3,2 m <sup>2</sup>
7	Gavetas	0,37 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>		<b>12,35 m<sup>2</sup></b>
<b>Porcentaje de área superficial disponible</b>		<b>52%</b>

Como se observa, el 52% del área está disponible para el flujo de materiales y personas, sin embargo, por una distribución inadecuada y la irregularidad del espacio del área de selección y clasificación, existe un ineficiente flujo provocando que la productividad del proceso disminuya.

A continuación, se presenta el diagrama de hilos para apreciar visualmente el flujo de materiales y de personas dentro del área.

**Figura 2.11**

*Diagrama de hilo del flujo de materiales y de personas en el área*



Dentro del área, con la distribución actual se tiene una capacidad de máximo 16 personas, siendo distribuidos de la siguiente manera:

- Mesa de trabajo de frutas, 5 voluntarios.
- Mesa de trabajo de vegetales, 5 voluntarios.
- Mesa de trabajo de perecederos, 4 voluntarios.
- Dos controladores de calidad

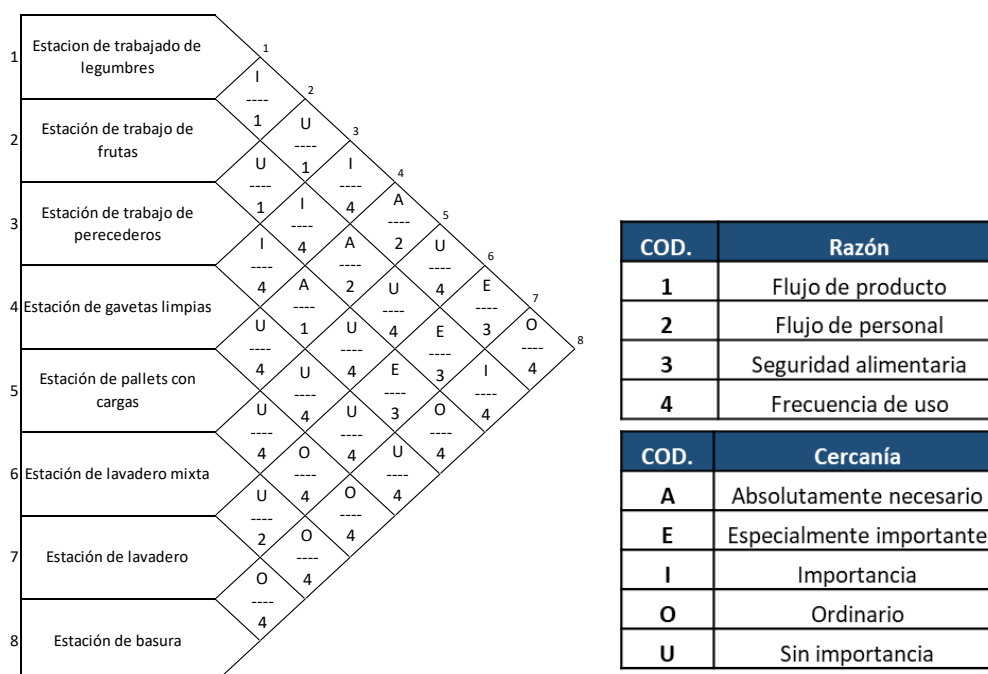
### 2.3.2 Opciones de diseño

**2.3.2.1 Metodología SLP – Situación Actual.** Se representa la situación actual del área de selección y clasificación en la metodología SLP.

Se procede a realizar la matriz de relaciones, con el objetivo de determinar la afinidad que tiene cada estación de trabajo y la necesidad de la cercanía entre cada uno de ellos.

**Figura 2.12**

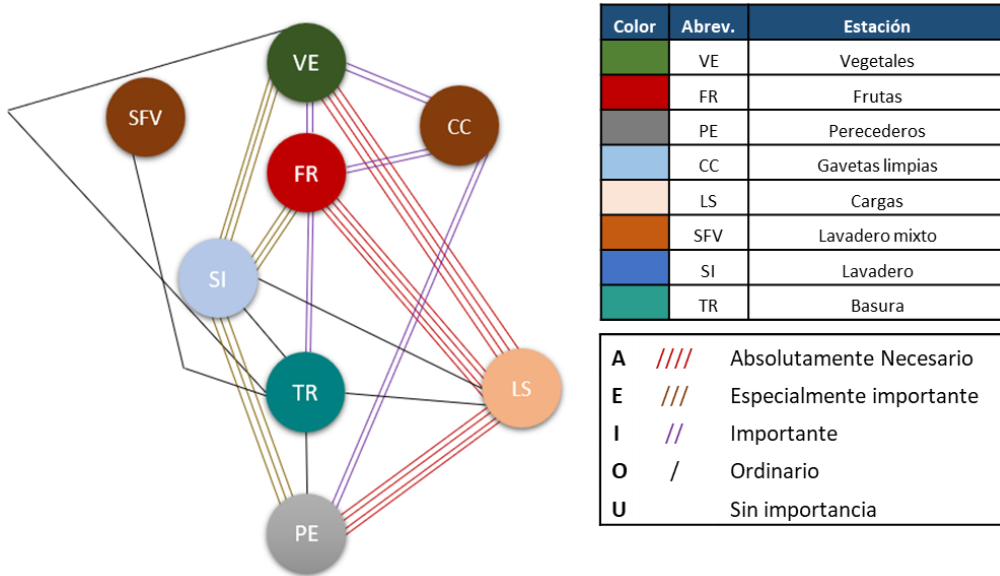
*Gráfico de relaciones del diseño actual*



La figura 2.13 representa con un diagrama de bloques la situación actual del área con sus respectivas relaciones.

**Figura 2.13**

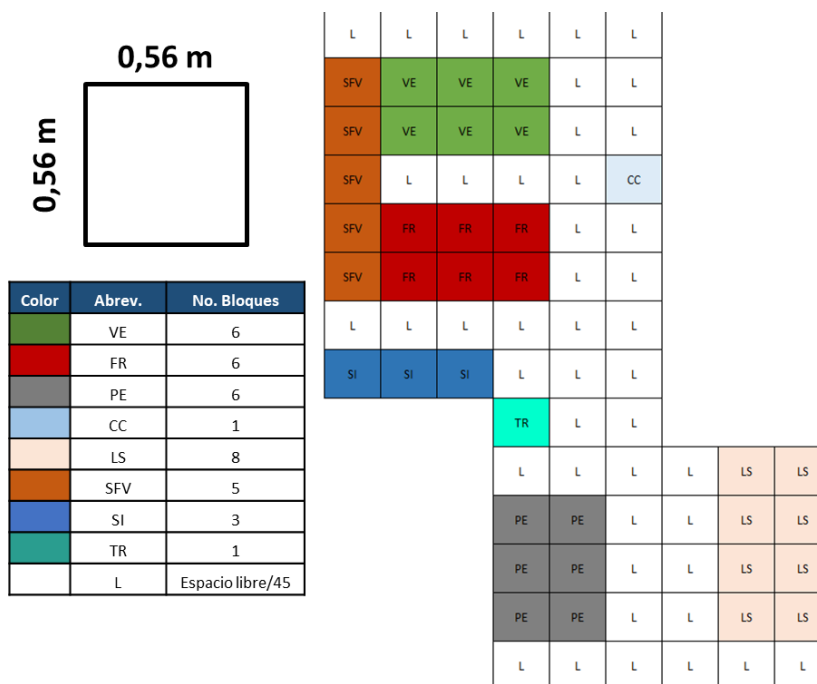
*Diagrama de bloques del diseño actual*



Se define el bloque unitario que tiene como medida 0.56 m por 0.56 m para formar el layout del diseño actual. Se observa en la figura 2.14 el layout de la situación actual.

**Figura 2.14**

*Layout del diseño actual del área de selección y clasificación*



Se realiza una matriz para evaluar la eficiencia basada en distancia, obteniendo como resultado 130.

Figura 2.15

Matriz de eficiencia basada en distancia de la situación actual

ÁREA	VE	RE	PE	CC	LS	SFV	SI	TR	TOTAL
VE		2	0	4	27	0	18	6	57
FR			0	4	18	0	3	4	29
PE				12	3	0	12	1	28
CC					0	0	0	0	0
LS						0	6	4	10
SFV							0	5	5
SI								1	1
TR									0

**2.3.2.2 Metodología SLP – 1.** Debido al sobredimensionamiento de los equipos de trabajo como a la baja frecuencia de uso de algunos equipos, se procedió a modificar todas las mesas de trabajo de tal forma, que se adapten mejor al espacio definido y brinden mayor comodidad al voluntario.

Las nuevas dimensiones y cantidades se expresan en la tabla 2.5.

Tabla 2.5

Cálculo del porcentaje de área superficial ocupado y disponible del diseño 1

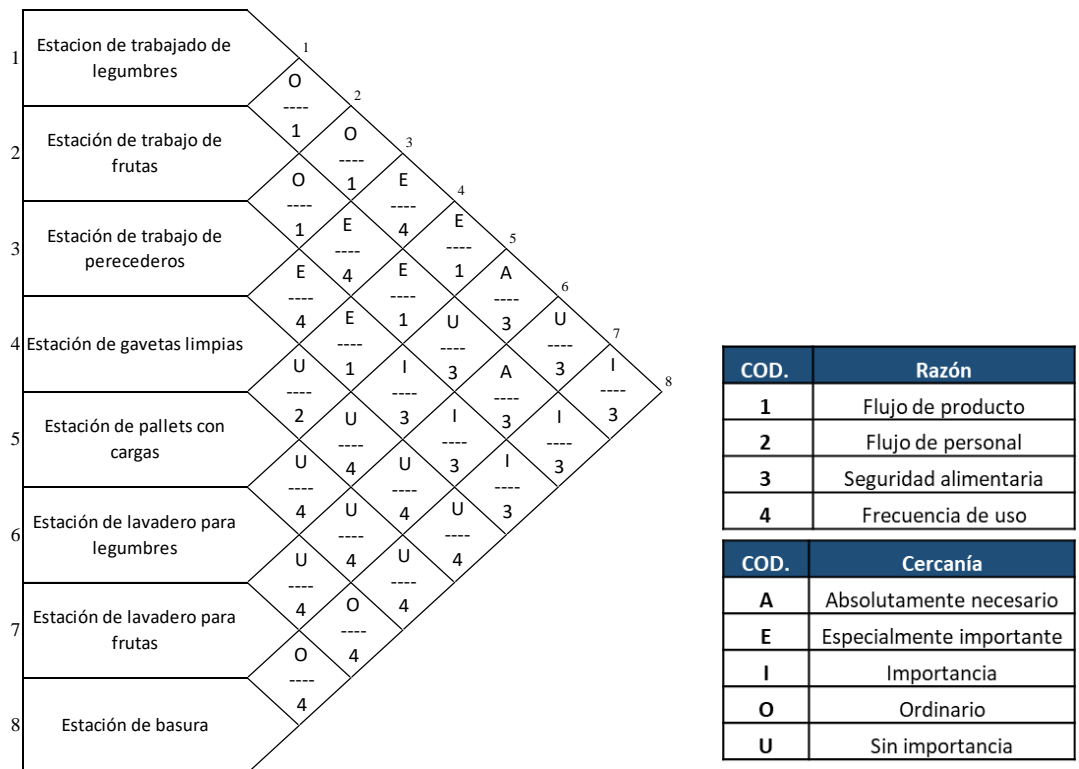
Dimensiones modificadas			
Equipos	Dimensión (m)	Cant.	Área
Mesa de trabajo de acero inox	1,80 x 0,65	4	4,72 m <sup>2</sup>
Mesa de trabajo de acero inox	0,90 x 0,65	3	1,73 m <sup>2</sup>
Lavadero de acero inox	0,80 x 0,65	2	1,04 m <sup>2</sup>
Mesa de prep. De acero inox	2,00 x 0,60	1	1,20 m <sup>2</sup>
Pallets	1,20 x 1,00	1	1240 m <sup>2</sup>
Gaveta	0,53 x 0,36	2	0,37 m <sup>2</sup>
Tacho de basura	0,5 x 0,62	1	0,31 m <sup>2</sup>
<b>Total de área superficial</b>	<b>10,58 m<sup>2</sup></b>		
<b>Porcentaje de área disponible</b>	<b>60%</b>		



Una vez definido los elementos con sus respectivas dimensiones, se procede a realizar la matriz de relaciones, con el objetivo de determinar la afinidad que tiene cada estación de trabajo y la necesidad de la cercanía entre cada uno de ellos.

**Figura 2.16**

*Gráfico de relaciones de la propuesta de diseño 1*



Luego, se realiza la matriz de relaciones para identificar la zona de trabajo central y las relaciones de cercanía de las demás zonas.

**Figura 2.17**

*Matriz de relaciones de la propuesta de diseño propuesta 1*

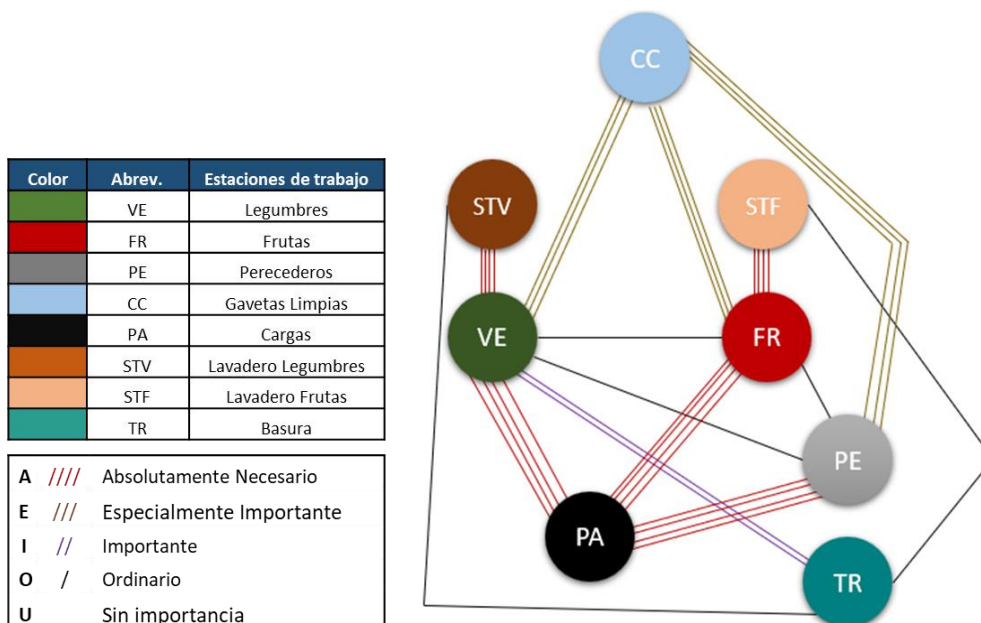
Área	Legumbres	Frutas	Perecederos	Gavetas limpias	Pallets con cargas	Lavadero Legumbres	Lavadero Frutas	Basura	TOTAL
Legumbres	1	1	3	4	4	0	2	15	
Frutas	1	1	3	4	0	4	2	15	
Perecederos	1	1	3	4	2	2	2	15	
Gavetas limpias	3	3	3	0	0	0	0	9	
Pallets con cargas	4	4	4	0	0	0	0	12	
Lavadero Legumbres	4	0	2	0	0	0	1	7	
Lavadero Frutas	0	4	2	0	0	0	1	7	
Basura	2	2	2	0	0	1	1	8	

Se aprecia en la figura 2.17, la matriz de relaciones donde sugiere que las 3 estaciones de trabajo con los valores más altos de la columna total sean las estaciones de trabajo centrales. Se tiene como resultado las estaciones de trabajo de legumbres, frutas y perecederos.

Una vez establecido las estaciones de trabajo centrales, se realiza un diagrama de bloques con el objetivo de distribuir las zonas según la relación de cercanía.

### Figura 2.18

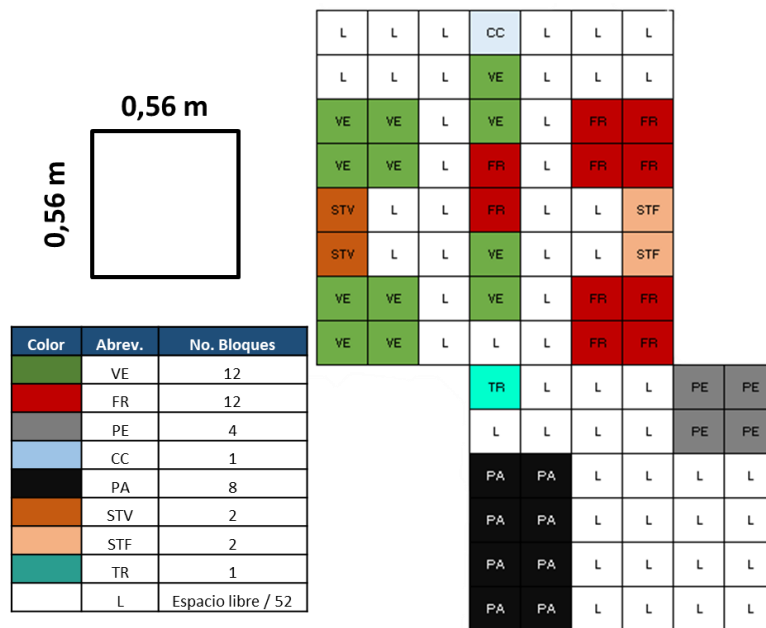
*Diagrama de bloques de la propuesta de diseño 1*



Se define el bloque unitario que tiene como medida 0.56 m por 0.56 m para formar el layout de la propuesta de diseño 1.

**Figura 2.19**

*Layout de la propuesta de diseño 1*



Se realiza una matriz para evaluar la eficiencia basada en distancia, obteniendo como resultado 172.

**Figura 2.20**

*Matriz de eficiencia basada en distancia de la propuesta de diseño 1*

Área	VE	FR	PE	CC	PA	STV	STF	TR	TOTAL
VE	3	6	9	16	0	0	4	38	
FR	1	9	12	0	16	6	44		
PE	30	12	18	14	6	80			
CC	0	0	0	0	0	0			
PA	0	0	0	0	0	0			
STV	0	5	5						
STF	5	5							
TR	0								

**2.3.2.3 Metodología SLP- 2.** Para este diseño, se considerará dejar la mayor cantidad de elementos para evitar una mayor inversión, además, se retirarán elementos cuya frecuencia de uso sea mínima.

Las nuevas dimensiones y cantidades se expresan en la tabla 2.6

**Tabla 2.6**

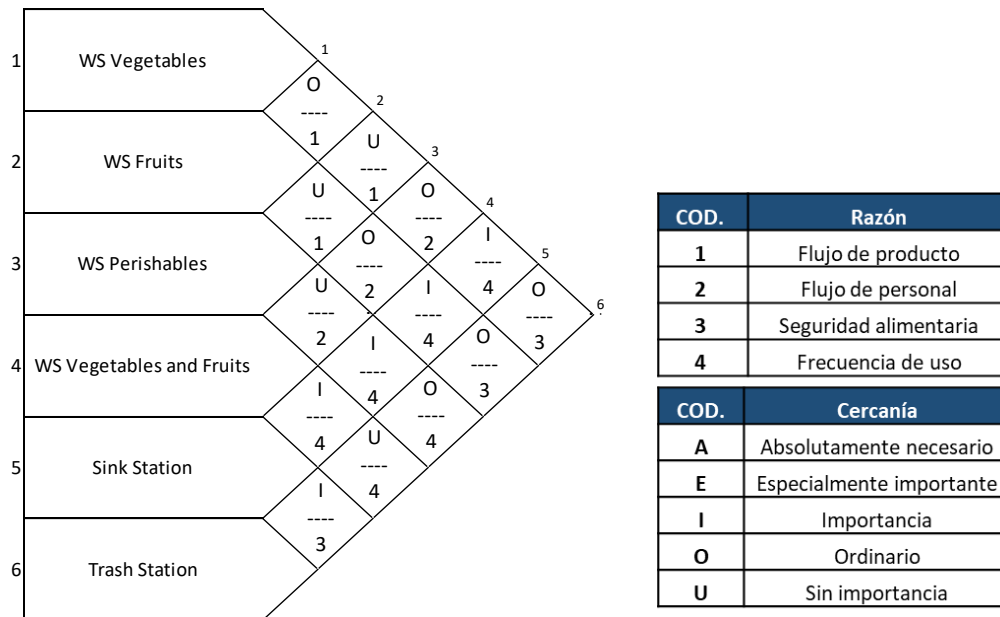
*Cálculo del porcentaje de área superficial del diseño 2*

Modificado			
Equipos	Dimensión (m)	Cant.	Área Superficial
Mesa de trabajo de acero inox.	1,70 x 1,10	2	3,74 m <sup>2</sup>
Mesa de trabajo de acero inox.	1,80 x 0,65	1	1,62 m <sup>2</sup>
Mesa de trabajo de acero inox.	2,95 x 0,60	1	1,77 m <sup>2</sup>
Lavadero de acero inox.	0,60 x 0,65	2	0,39 m <sup>2</sup>
Tacho de basura	0,50 x 0,62	1	0,31 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>7,77 m<sup>2</sup></b>		
<b>Porcentaje de superficie disponible</b>	<b>70%</b>		

Una vez establecido los elementos del diseño con sus respectivas dimensiones, se procede a realizar los mismos pasos que los diseños previamente explicados.

**Figura 2.21**

*Gráfico de relaciones de la propuesta de diseño 2*



Luego, se identifica la zona de trabajo central y las relaciones de cercanía de las demás zonas mediante el diagrama de relaciones.

**Figura 2.22**

*Matriz de relaciones de la propuesta de diseño 2*

Área	Legumbres	Frutas	Perecederos	Mixta legumbres/frutas	Lavadero	Basura	TOTAL
Legumbres		1	0	1	2	1	5
Frutas	1		0	1	2	1	5
Perecederos	0	0		0	2	1	3
Mixta legumbres/frutas	1	1	0		2	0	4
Lavadero	2	2	2	2		2	10
Basura	1	1	1	0	2		5

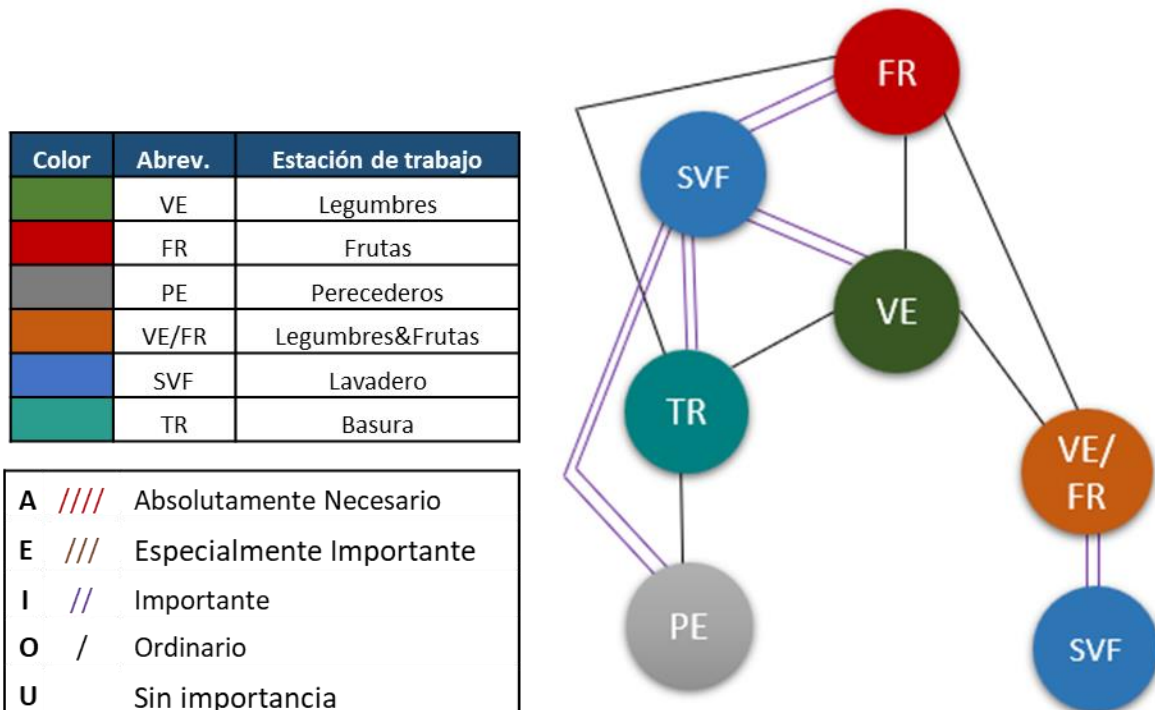
Se aprecia en la figura 2.22, la matriz de relaciones donde sugiere que la estación de trabajo de lavadero sea la estación de trabajo central por obtener el valor más alto de la columna total.

Una vez establecido la estación de trabajo central, se realiza un diagrama de bloques con el objetivo de distribuir las zonas según la relación de cercanía.

Luego se realiza un diagrama de bloques con el objetivo de distribuir las zonas según la relación de cercanía.

**Figura 2.23**

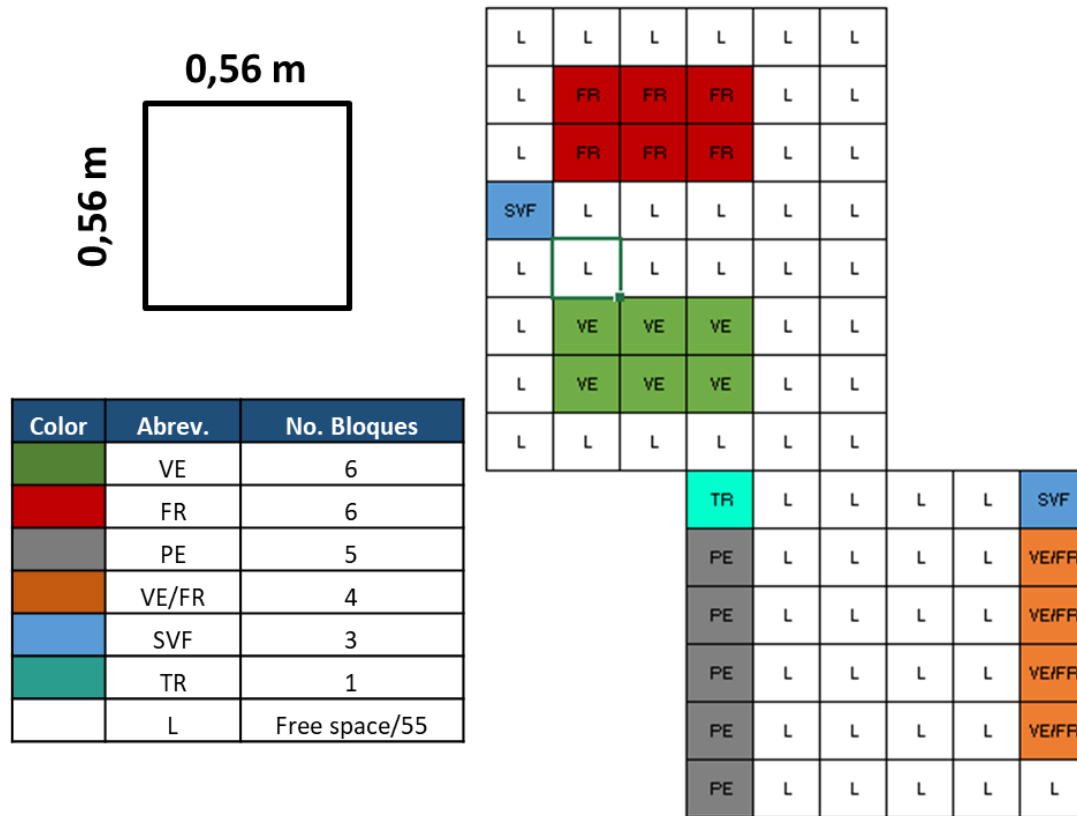
*Diagrama de bloques del diseño 2*



De igual forma como en las otras opciones de diseño, se define el bloque unitario que tiene como medida 0.56 m por 0.56 m para formar el siguiente layout como propuesta 2.

Figura 2.24

Layout de la propuesta de diseño 2



Se realiza una matriz para evaluar la eficiencia basada en distancia, obteniendo como resultado 52.

Figura 2.25

Matriz de eficiencia basada en distancia de la propuesta de diseño 2

Área	Legumbres	Frutas	Perecederos	Mixta legumbres/frutas	Lavadero	Basura	TOTAL
Legumbres	2	0	6	2	1	11	
Frutas	0	10	2	7	19		
Perecederos	0	8	0	8			
Mixta legumbres/frutas	0	0	0	0			
Lavadero	14	14					
Basura	0						

### **2.3.3 Selección del diseño**

Se realizó una matriz de decisión, mostrada en la tabla 2.7, para identificar la propuesta de rediseño del área que más se ajusta y cumpla de mejor manera las características de diseño mencionadas en el QFD, y a su vez que tenga presente las restricciones del diseño. En la matriz se enlistaron preguntas con respecto a las restricciones, especificaciones técnicas de diseño y en necesidades que no son técnicas, pero el cliente clave manifestó para su consideración en la etapa de definición. Por otro lado, se explica la forma en que el diseño actual y las propuestas de diseño 1 y 2, cumplen o no las preguntas enlistadas.



**Tabla 2.7**

*Comparación del diseño actual y los diseños propuestos*

Preguntas	Actual		Diseño 1		Diseño 2	
¿Este diseño considera el número de voluntarios por turno? (Restricción de diseño)	Sí, consideran 12 voluntarios en el área.	✓	Sí, consideran 14 voluntarios en el área.	✓	Sí, consideran 16 voluntarios en el área.	✓
¿Este diseño considera la capacidad del área? (Restricción de diseño)	Sí, consideran la capacidad de 26 m2 de área.	✓	Sí, consideran la capacidad de 26 m2 de área.	✓	Sí, consideran la capacidad de 26 m2 de área.	✓
¿Este diseño considera el presupuesto de la empresa? (Restricción de diseño)	Sí, considera el presupuesto de la empresa.	✓	Sí, considera un presupuesto de \$ 1500.	✓	Sí, considera un presupuesto de \$ 318	✓
¿Este diseño aumenta al menos un 8% del espacio libre para el flujo de personas y materiales? (QFD)	No, este diseño tiene 52% de espacio libre	×	Sí, este diseño aumenta el espacio libre en un 8%	✓	Sí, este diseño aumenta el espacio libre en un 10%	✓
¿Este diseño define 4 puestos de trabajo con sus respectivos roles de trabajo y división de cada área de trabajo? (QFD)	No, no se ha definido el área de trabajo de cada trabajador	×	Sí, este diseño tiene 14 áreas de trabajo definidas para cada trabajador	✓	Sí, este diseño tiene 16 áreas de trabajo definidas para cada trabajador	✓
¿Este diseño permite eliminar los elementos que no se utilizan con frecuencia?	No, este diseño tiene elementos que no se utilizan	×	Yes, this design eliminate a double laundry	✓	Yes, this design eliminate a double laundry and a pallet	✓
¿Este diseño establece el área de movilización?	No, este diseño no establece	×	No, este diseño no puede establecerse por su distribución.	×	Sí, este diseño puede establecer un carril de entrada y un carril de salida	✓
¿Este diseño establece la zona de cada elementos y materiales?	No, este diseño no establece	×	Sí, este diseño estableció el área de cada elemento y materiales.	✓	Sí, este diseño estableció el área de cada elemento y materiales.	✓
¿Este diseño establece la ruta de las áreas de trabajo hacia los pallets?	No, este diseño no estandariza la ruta	×	No, este diseño no estandariza la ruta	×	Sí, este diseño estandariza el recorrido de las áreas de trabajo hacia las tarimas	✓

Se observa en la tabla 2.7 que la propuesta de diseño 2 cumple con todas las restricciones, características de diseño técnicas y no técnicas, tendiendo un total de 9 preguntas favorables, por lo que la opción que se escogerá es la que elimina el lavadero doble que se encuentra en la parte de al fondo y a la izquierda del área, quita un pallet e implementa señaléticas en el piso donde se define el espacio para la circulación de entrada y salida del área.

#### 2.3.4 Análisis de costos

Para la propuesta de diseño 1, el cambio de equipos representa un mayor impacto en la inversión. Por ejemplo, cambiar las ubicaciones de los lavaderos implican nuevas conexiones de agua y para realizarlo primero se debe elaborar un estudio técnico de la factibilidad de dichas instalaciones, luego el material necesario y la mano de obra.

Por lo tanto, una aproximación de los valores, serían los mostrados en la tabla 2.8.

**Tabla 2.8**

*Costos para la propuesta del diseño 1*

SLP – 1			
Detalle	Cant.	Precio Unitario	Total
Mesa de acero inox 1,80x0,65x0,90 m	4	\$ 150	\$ 600
Mesa de acero inox 0,90X0,65X0,90 m	3	\$ 120	\$ 360
Lavadero de acero inox 0,80X0,65X0,90 m	2	\$ 140	\$ 280
Mesa de preparación de acero inox 2x0,60x0,90 m	1	\$ 180	\$ 180
Estudio de factibilidad de 2 conexiones de agua	1	\$ 50	\$ 50
Mano de obra y materiales	3	\$ 250	\$ 250
Envío	1	\$ 20	\$ 20
<b>TOTAL</b>			<b>\$1740</b>

Por otro lado, la propuesta de diseño 2, al solo cambiar un lavadero por su poca frecuencia de uso, el impacto es menor en la inversión.

**Tabla 2.9***Costos para la propuesta del diseño 2*

SLP-2			
Detalle	Cant.	Precio Unitario	Total
Mesa de trabajo de acero inox. 1,80m x 0,65 m	1	\$ 160	\$ 160
Mesa de trabajo de acero inox. 2,95 m x 0,60 m	1	\$ 180	\$ 180
Lavadero de acero inox. 0,60 m x 0,65 m	2	\$ 120	\$ 240
Estudio de factibilidad 1 conexión de agua	1	\$ 50	\$ 50
Mano de obra y materiales	1	\$ 200	\$ 200
Wesco Duravial pintura de tráfico Amarillo 1 gal	1	\$ 27,47	\$ 27,47
Mano de obra pintura	1	\$ 30	\$ 30
<b>TOTAL</b>			<b>\$887,47</b>

## 2.4 Rediseño

La propuesta de diseño elegida es la número 2, dado que cumple con todas las características técnicas y no técnicas, y es la opción que menor costo tiene, con un total de \$887,47.

Se estableció las estaciones de trabajo, sus funciones y un nuevo rol, los cuales se visualizan en la tabla 2.10, para el cumplimiento de la segunda característica de diseño, la cual es definir al menos 4 estaciones de trabajo con sus respectivos roles.

**Tabla 2.10***Estaciones de trabajo y actividades en el Rediseño*

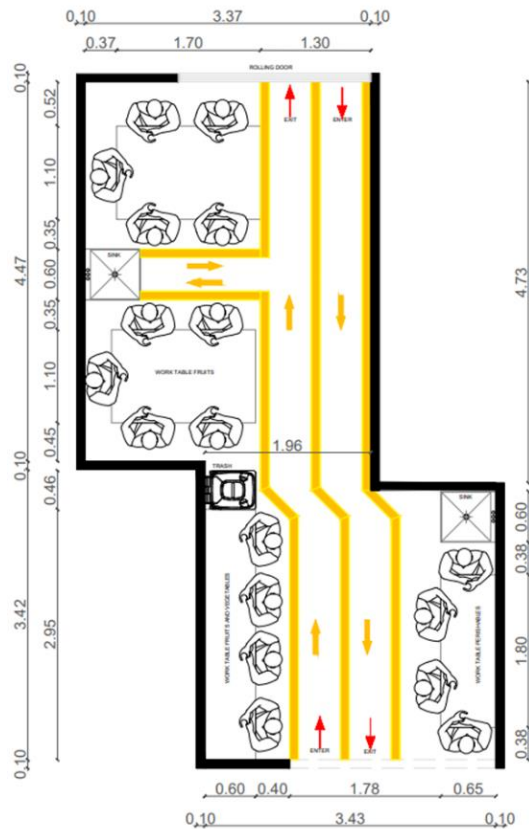
Estación de Trabajo y Nuevo Rol		Actividades	Cantidad de Personal
Mesa de Vegetales	Voluntarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar y clasificar vegetales.</li> <li>• Reempaquetar vegetales clasificados.</li> <li>• Limpiar espacio de trabajo.</li> </ul>	5
Mesa de Frutas	Voluntarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar y clasificar frutas.</li> <li>• Reempaquetar frutas clasificados.</li> <li>• Limpiar espacio de trabajo.</li> </ul>	5
Mesa Mixta (Vegetales y Frutas)	Voluntarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar y clasificar vegetales y frutas.</li> <li>• Reempaquetar vegetales y frutas clasificados.</li> <li>• Limpiar espacio de trabajo.</li> </ul>	4
Mesa de Perecederos	Voluntarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar y clasificar productos perecederos.</li> <li>• Limpiar espacio de trabajo.</li> </ul>	4
Zona de Pesado	Practicantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesar gavetas con alimentos clasificados.</li> <li>• Armar Kits de alimentos para voluntarios.</li> <li>• Trasladar pallets con gavetas clasificadas a las cámaras de frío.</li> </ul>	2
Controlador de Calidad	Practicantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervisar a los voluntarios asegurando que los productos clasificados esten en óptimas condiciones.</li> <li>• Abastecer estaciones de trabajo con productos para clasificar.</li> <li>• Recoger gavetas clasificadas.</li> </ul>	2
<b>TOTAL VOLUNTARIOS</b>			<b>18</b>
<b>TOTAL PRACTICANTES</b>			<b>4</b>

**2.5 Planos arquitectónicos del rediseño**

Se elaboraron los planos arquitectónicos del diseño seleccionado como mejor opción, mediante el software AutoCAD, los cuales son mostrados en la figura 2.26 y en la figura 2.27.

**Figura 2.26**

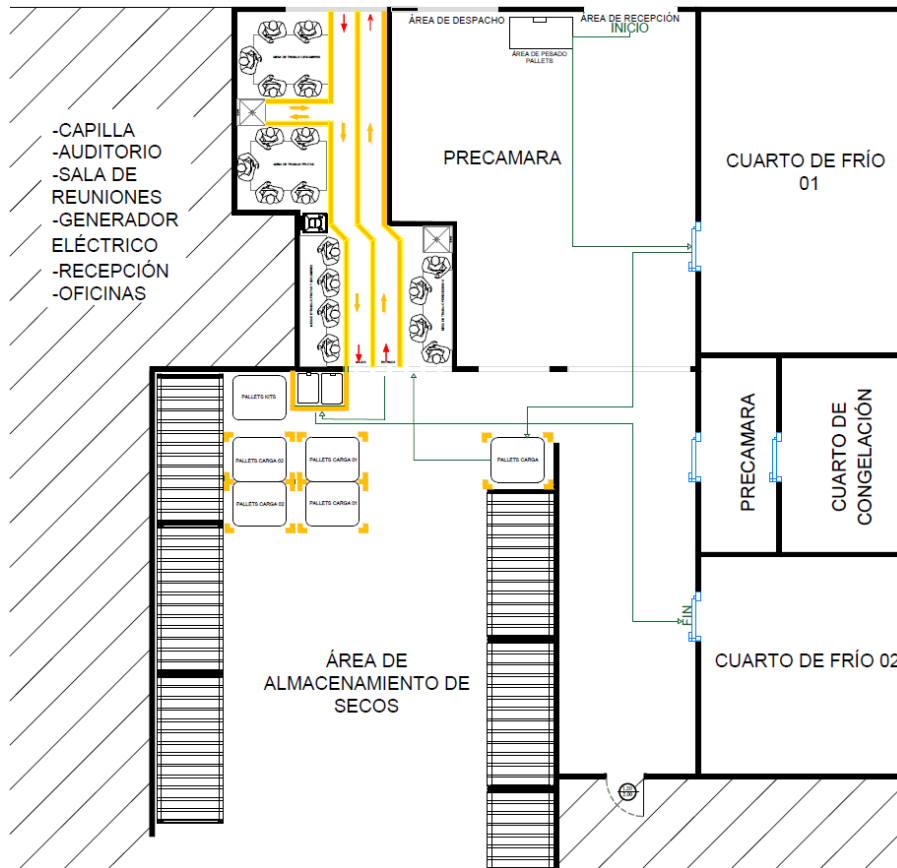
*Plano arquitectónico del rediseño del área*



En la figura 2.26 se observa la distribución dentro del área de selección y clasificación de alimentos y la cantidad de voluntarios en cada mesa, en donde ahora se definieron cuatro estaciones de trabajo, los cuales son: zona de vegetales, zona de frutas, zona de perecederos y la denominada zona mixta, en donde 2 voluntarios clasifican vegetales y otros 2 voluntarios clasifican frutas. Por otro lado, se observa la implementación de señaléticas en el suelo para establecer el flujo de entrada y salida de personas, materiales y productos, los cuales son llevados y retirados en gavetas por 2 practicantes.

**Figura 2.27**

*Plano arquitectónico del rediseño y el flujo de los materiales*



En la figura 2.27 se observa la zona de pesado, la cual se encuentra en el área de almacenamiento de productos secos, siendo en total 5 estaciones de trabajo definidas, cumpliendo así con la característica de diseño con el segundo puntaje más alto. Por otro lado, se aprecia el flujo de materiales, empezando por la recepción de los alimentos, luego se trasladan a la cámara de frío 1 para después llevar las cargas que se quieren clasificar al área de almacenamiento de productos secos, a partir de ahí se estableció un nuevo rol para dos practicantes, los cuales se encargaran de abastecer a las estaciones de trabajo dentro del área de gavetas con alimentos por clasificar y también de retirar las gavetas con los alimentos clasificados para proceder a trasladarlas a la zona de pesado, en donde otros 2 practicantes se encargan de pesar las gavetas, armar los kits de alimentos para cada voluntario y practicante que asistió a la jornada laboral, y finalmente trasladar los pallets con gavetas a la cámara de frío 2.

## CAPÍTULO 3

### 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

#### 3.1 Simulación del rediseño

Se utilizó el programa FlexSim para simular el proceso de selección y clasificación de alimentos con el rediseño, el cual se muestra en el Anexo 1, y de esta forma analizar si cumple con las características de diseño mediante los resultados obtenidos. Para la simulación, se tomaron 60 datos para cada zona de trabajo sobre los tiempos de clasificación de un kilo de vegetales, frutas y perecederos, a su vez también, el tiempo de pesado de kits y gavetas. Luego de tomar los datos, mediante la ayuda de la herramienta ExperFit, la cual es parte de FlexSim, se obtuvieron las distribuciones de los tiempos de clasificación y pesado de las zonas de trabajo. La información relacionada con la recolección de los datos y los resultados obtenidos que se usó para realizar la simulación, son mostrados en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1**

*Parámetros de los procesos y Distribuciones Asociadas*

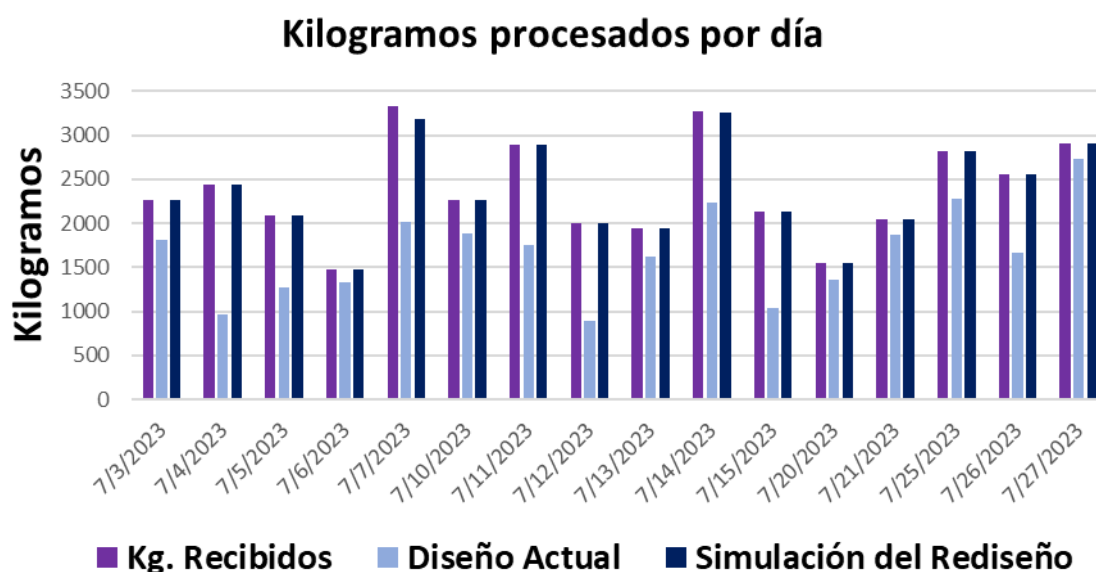
Parámetros de los procesos y Distribuciones asociadas						
Procesos	Número de Operadores	Distribución del tiempo del proceso	Parámetros necesarios para Flexsim	Período de colección de datos	¿Cómo se obtuvieron los datos?	¿Cómo se obtuvo la distribución del proceso?
Proceso de Clasificación de Frutas	7	Lognormal	Mínimo: 0.24 min/Kg Máximo: 1.84 min/Kg Media: 0.83 min/Kg	01/05/2023 – 28/07/2023	<b>GEMBA.</b> Tomando el tiempo que le toma a un voluntario clasificar un kilo de frutas.	ExperFit en Flexsim
Proceso de Clasificación de Vegetales	7	Johnson Bounded	Mínimo: 0.66 min/Kg Máximo: 2.18 min/Kg Media: 1.23 min/Kg	01/05/2023 – 28/07/2023	<b>GEMBA.</b> Tomando el tiempo que le toma a un voluntario clasificar un kilo de Vegetales.	ExperFit en Flexsim
Proceso de Clasificación de Perecederos	4	Jhonson Bounded	Mínimo: 0.22 min/Kg Máximo: 0.59 min/Kg Media: 0.38 min/Kg	01/05/2023 – 28/07/2023	<b>GEMBA.</b> Tomando el tiempo que le toma a un voluntario clasificar un kilo de Perecederos.	ExperFit en Flexsim
Armado de Kits	2	Beta	Media: 0.66 min/Kg	01/05/2023 – 28/07/2023	<b>GEMBA.</b>	Experfit en Flexsim
Proceso de Pesado de Gavetas	2	Pearson	Media: 0.055 min/kg	01/05/2023 – 28/07/2023	<b>GEMBA.</b>	Experfit en Flexsim

### 3.2 Resultados de la simulación

Se establecieron los escenarios del mes de julio para la simulación con la finalidad de comparar los kg de alimentos clasificados por el rediseño y los que se clasificaron con el diseño actual.

**Figura 3.1**

*Comparación de los kg procesados por día del Rediseño vs Diseño Actual*



En la figura 3.1, se observa que con el rediseño se logra clasificar en promedio un 99,7% de los kg de alimentos que llegan en el día, dado que en promedio en el mes de julio llegaron 2375 kg al día y en la simulación del rediseño se logró clasificar en promedio 2365 kg, mientras que con el diseño actual solo se logró clasificar un 70% de los kg que llegaron en el mes de julio, dado que en promedio se clasifico 1671 kg al día. Por lo tanto, el rediseño cumple con la característica de diseño de al menos clasificar el 75% de los kg de alimentos que llegan en el día.

Se realizó una prueba hipótesis entre dos medias para los datos de los kg de alimentos que llegan diariamente en el mes de julio y el resultado de la simulación de los kg clasificados con el rediseño, con la finalidad de determinar de forma estadística si es posible clasificar todos lo kg que llegan diariamente con la propuesta de diseño mejorada.



**Figura 3.2**

*Prueba de hipótesis de diferencia entre las medias de kg recibidos y simulación*

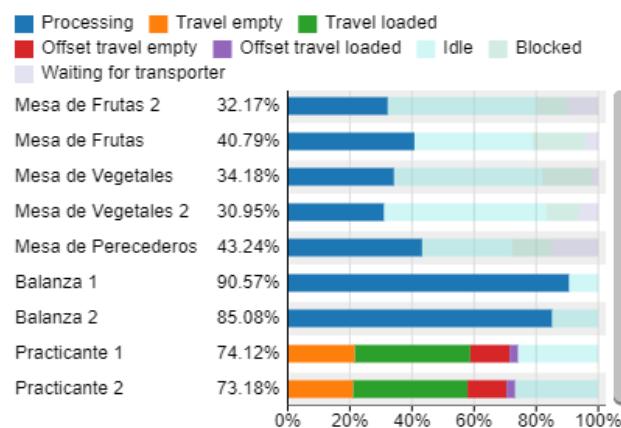
Método	Prueba
$\mu_1$ : media de Kg. Recibidos	Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
$\mu_2$ : media de Propuesta diseño mejorado	Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$
Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$	<u>Valor T</u> <u>GL</u> <u>Valor p</u>
	0.05 29 0.958

Como se muestra en la figura 3.2, dado que el valor p es mayor a 0.05, la hipótesis nula no se rechaza, lo que significa que no existe diferencia significativa entre las dos medias, por lo que se concluye que el rediseño tiene la capacidad de clasificar todos los kg de alimentos que llegan al día.

Para el análisis detallado de los resultados proporcionados por FlexSim, se usará como ejemplo los resultados obtenidos por la simulación con los datos del día 07/03/2023, los cuales se muestran en la figura 3.3.

**Figura 3.3**

*Resultados de la simulación del rediseño con los datos del 7 julio del 2023*



La mesa de frutas 2 y la mesa de vegetales 2 representan a la estación de trabajo denominada como mixta, en donde se clasifican frutas y vegetales. Como se observa, las mesas de trabajo pasan la mayoría del tiempo desocupadas hasta que finaliza todo el proceso, esto se debe a que solo se cuentan con dos balanzas, lo que ocasiona que en la zona de pesado se vayan acumulando

las gavetas con alimentos clasificados que se deben pesar, por lo que, al terminar de clasificar todos los alimentos, las mesas pasan desocupadas dado que el proceso finaliza cuando se pesen todas las gavetas. Por esto, se observa en la figura 3.3 que las balanzas se encuentran pesando en casi todo el proceso. Los practicantes 1 y 2 representan el nuevo rol que se definió de abastecimiento y retiro de las gavetas con los alimentos clasificados, estos pasan gran parte del tiempo trasladando gavetas con alimentos.

### 3.3 Análisis de la Triple línea Base

Para el análisis de las medidas, se usó los resultados de los promedios obtenidos en la simulación y del diseño actual, los cuales son:

- Promedio de kg clasificados al día con el rediseño (WT): 2365 kg
- Promedio de merma recibida en las donaciones: 35%
- Promedio de kg recibidos al día: 2375 kg
- Promedio de kg clasificados con el diseño actual (WY): 1671 kg

#### 3.3.1 Pilar Ambiental

Como previamente se había mencionado en el capítulo 2, en promedio el 35% de los kg que se reciben de las donaciones es producto no apto para consumo humano, por lo que luego de su clasificación se lo almacena afuera de las instalaciones del banco de alimentos para donar estos productos a personas que lo usan como abono o alimento para sus animales. Para calcular este pilar, se sacaron los porcentajes del 35% para los kg clasificados al día con el diseño actual y con el rediseño, luego se dividieron estos valores.

$$\% \text{ Kilos de merma donados para consumo animal} = \frac{1671 \text{ Kg} * 0,35}{2365 \text{ Kg} * 0,35}$$

$$\% \text{ Kilos de merma donados para consumo animal} = \frac{584,85}{827,75}$$

$$\% \text{ Kilos de merma donados para consumo animal} = 71\%$$

Dando como resultado un incremento del 71% en los kg donados a las personas que les brindan otra utilidad a los alimentos no aptos para consumo humano. Cabe recalcar que la merma del 35% no está relacionada con la pérdida de los alimentos por almacenamientos, sino al promedio del porcentaje de producto dañado que proviene de las donaciones. Por otro lado, el incremento se debe a que al aumentar la cantidad de kg que se pueden clasificar al día, una mayor cantidad de productos dañados podrán ser clasificados y entregados para que sean consumida por animales o usados como abono.

### 3.3.2 *Pilar Económica*

Para el análisis de la eficiencia operacional, se dividió el promedio de los kg clasificados con el rediseño y el promedio de kg que se reciben en el día, para finalmente multiplicarlo por 100.

$$\% \textit{Eficiencia operacional} = \frac{2365 \text{ Kg}}{2375 \text{ Kg}} * 100\%$$

$$\% \textit{Eficiencia operacional} = 99\%$$

En donde se obtuvo como resultado que existe una eficiencia operacional del 99%, dado que se logran clasificar casi en su totalidad las donaciones que reciben al día. Con el diseño actual, se logra clasificar en promedio el 70% de los kg que llegan al día, por lo que la eficiencia operacional aumento un 29%, dado que con rediseño se clasifica en promedio el 99% de los kg que llegan al día.

### 3.3.3 *Pilar Social*

En el cálculo de esta medida se restó los kg clasificados en el diseño actual con los clasificados por el rediseño para luego dividir el resultado con los kg clasificados en el diseño actual,

$$\% \textit{Kilos asignados a fundaciones} = \left( \frac{WT - WY}{WY} \right) * 100\%$$

$$\% \textit{Kilos asignados a fundaciones} = \left( \frac{2365 \text{ Kg} - 1671 \text{ Kg}}{1671 \text{ Kg}} \right) * 100\%$$

$$\% \textit{Kilos asignados a fundaciones} = 42\%$$

Dando como resultado un incremento del 42% de los kg asignados a fundaciones.

## CAPÍTULO 4

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- La aplicación de la metodología SLP permitió determinar una distribución adecuada considerando todas las especificaciones de diseño del área de selección y clasificación, reduciendo un 40% las distancias recorridas con el diseño propuesto, además, se incrementó un 16% el espacio disponible para el flujo de personas y materiales con respecto al diseño actual, al redistribuir y retirar equipos que no cumplían sus funciones.
- Por medio de la observación directa del proceso y con la aplicación de diferentes herramientas para el estudio de trabajo, se consiguió determinar la capacidad de producción y, por lo tanto, se determinaron el número ideal de voluntarios y practicantes, siendo 18 y 4 respectivamente; asimismo, se establecieron 5 estaciones de trabajo con sus respectivas funciones, teniendo 5 voluntarios para la estación de trabajo 1: mesa de vegetales, 5 voluntarios para la estación de trabajo 2: mesa de frutas, 4 voluntarios para la estación de trabajo 3: mesa mixta, 4 voluntarios para la estación de trabajo 4: mesa perecederos, 2 practicantes para la estación de trabajo 5: zona de pesado.
- La simulación del proceso con el rediseño propuesto seleccionado indica que se aumentó a clasificar el 99% de los kg de alimentos que llegan al día versus la situación actual que es del 70%, también disminuyó a 0% los movimientos por traslados de los voluntarios en las estaciones de trabajo, mientras que el proceso actual los movimientos por traslados representaban un promedio del 16% del tiempo de producción.

- La parte sostenible del proyecto dio como resultado un incremento del 29% en la eficiencia operacional, métrica del pilar económico; un incremento del 42% de los kg donados a las fundaciones, métrica del pilar social; por último, un incremento del 71% de las mermas donadas para el consumo animal o abono, métrica ambiental.

## **4.2 Recomendaciones**

- Considerar la expansión del área de selección y clasificación si se cambia la capacidad de producción por una mayor a la planteada en el diseño propuesto.
- Seguir cada paso de la metodología SLP para que se concluya con éxito el proyecto.
- Realizar el estudio de factibilidad de las conexiones de agua antes de comenzar con la implementación, para futuras modificaciones.
- Considerar no modificar el número de voluntarios ni practicantes para que el flujo de personas y la capacidad de producción no se vean afectados.

## BIBLIOGRAFÍA

Dagnino, J. (2014). INFERENCIA ESTADÍSTICA: PRUEBAS DE HIPÓTESIS. *Rev Chil Anest*, 125-128.

Goetsch, D. L., & Davis, S. (1994). Despliegue de la Función de Calidad. (Quality Function Deployment). *Traducción libre del capítulo 15 del libro "Introduction to Total Quality"*.

González, H., & Escobar, C. (2021). Aplicación de la herramienta SIPOC a la cadena de suministro interna de una empresa distribuidora de medicamentos. *Lumen Gentium*, 119-134.

Marañón, M., Rodolfo, M., Jazmín, C., & Marco, H. (2016). *Aplicación del Método Systematic Layout Planing (SLP) Para Mejorar La Distribución en Planta del Proceso de Producción de Transformadores*. Guanajuato, México: CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN.

Walpole, R. E., Myers, R. H., & Myers, S. L. (1999). *Probabilidad y Estadísticas para Ingenieros*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.

# ANEXOS

## ANEXO 1 – Simulación del rediseño del proceso de selección y clasificación

