

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

INGE-2468

Rediseño del área de salsas frías en una fábrica que elabora productos
alimenticios.

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros Industriales

Presentado por:

Isaac Alejandro Ramirez Tumbaco

Pamela Jamilex Pacheco De La A

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo a mi familia, en especial a mi madre Zoila, quien estuvo apoyándome en todo momento brindándome su comprensión y apoyo incondicional. Su motivación ha sido el motor que me ha impulsado a dar lo mejor de mí en cada etapa del proyecto.

A mis amigas, quienes estuvieron pendientes siempre de cada entregable, deseándome siempre muchos éxitos y dándome palabras de apoyo que me llenaron de confianza las presentaciones.

A todas las personas que me brindaron su ayuda en todo mi proceso de aprendizaje.

Pamela Jamilex Pacheco De La A

Dedicatoria

Dedico este proyecto principalmente:

A Dios por darme la sabiduría y las oportunidades necesarias para culminar exitosamente mis estudios.

A mi familia, en especial a mi madre Noemi quien estuvo conmigo durante toda mi vida y me apoyó en lo que más podía para mi bienestar y comodidad.

A las personas e instituciones que me han contribuido con su apoyo para obtener este logro académico.

Isaac Alejandro Ramirez Tumbaco

Agradecimientos

En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios quien me ha dado la sabiduría y guía para alcanzar las metas que me he propuesto a lo largo de mi vida.

A mi compañero de tesis, Isaac Ramirez, quien ha sido un pilar fundamental para la realización de este proyecto, aportando con sus conocimientos, compromiso y enfoque. El éxito de este proyecto es el resultado de largas horas de análisis invertidas junto a él.

A mi tutora de tesis, quien con su retroalimentación nos ofreció su guía para el éxito de este proyecto.

A todos los profesores de la carrera de ingeniería industrial, quienes nos impartieron sus conocimientos para lograr la excelencia profesional.

Pamela Jamilex Pacheco De La A

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi compañera de tesis, quien me brindó su apoyo incondicional en todo momento y fue fundamental para la culminación exitosa de este proyecto.

También agradezco a todos los profesores que me acompañaron a lo largo de mi etapa universitaria. Su dedicación y conocimientos impartidos en clase han sido clave para alcanzar los objetivos de este trabajo.

A mi tutora de tesis, cuyo valioso apoyo, orientación y conocimientos fueron fundamentales para la realización de este trabajo.

Finalmente, extendiendo mi agradecimiento al personal de la empresa que nos brindó la oportunidad de desarrollar este proyecto y contribuyó con su colaboración y recursos.

Isaac Alejandro Ramirez Tumbaco

Declaración Expresa

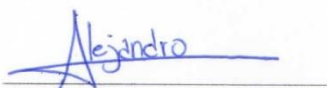
Nosotros Isaac Alejandro Ramirez Tumbaco y Pamela Jamilex Pacheco De La A acordamos y reconocemos que:

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 me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al/los autor/es 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 Mayo del 2024.



Isaac Alejandro Ramirez

Tumbaco



Pamela Jamilex Pacheco

De La A

Evaluadores

María Denisse Rodríguez Zurita,

Ph.D.

Profesor de Materia

María Fernanda López Sarzosa,

M.Sc.

Tutor de proyecto

Resumen

Este proyecto se realiza en el área de salsas frías de una fábrica que elabora productos alimenticios y busca rediseñar el área para mejorar el flujo de materiales y personas, mediante una propuesta de diseño que cumpla con las especificaciones técnicas, restricciones, políticas de seguridad y ambiente en un periodo de 3 meses. Inicialmente se define el problema y se recopila la información necesaria para conocer el estado actual del área e identificar las características técnicas y restricciones que se tomaron en cuenta en la etapa de diseño de las propuestas de las cuales se elige una, basada en un análisis costo beneficio. Finalmente, se realiza la simulación de la opción seleccionada para evaluar que sus resultados se encuentren alineados al triple resultado final, teniendo también una visualización más clara del nuevo escenario.

Palabras Clave: Propuestas, restricciones, especificaciones técnicas, situación actual, análisis costos beneficio, simulación, triple resultado final.

Abstract

This project is carried out in the cold sauces area of a factory that produces food products and seeks to redesign the area to improve the flow of materials and people, through a design proposal that complies with the technical specifications, restrictions, safety and environmental policies in a period of 3 months. Initially, the problem is defined and the necessary information is collected to know the current state of the area and identify the design characteristics and restrictions that were taken into account in the design stage of the proposals from which one is chosen, based on a cost-benefit analysis. Finally, the simulation of the selected option is carried out to evaluate its results are aligned with the triple bottom line, also having a clearer visualization of the new scenario.

Keywords: *Proposals, restrictions, technical specifications, current situation, cost-benefit analysis, simulation, triple bottom line.*

Índice general

Índice de tablas	VII
Índice de figuras	IX
Índice de ecuaciones	XI
CAPITULO 1	1
1.1 Introducción.....	2
1.2 Descripción del Problema	3
1.3 Justificación del Problema.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5 Marco teórico.....	5
1.5.1 Manufactura esbelta.....	5
1.5.2 Voz del cliente.....	6
1.5.3 Despliegue de la función de la calidad	6
1.5.4 Inventario.....	6
1.5.5 Flexsim	7
CAPITULO 2	8
2.1 Metodología.....	9
2.1.1 Definición	9
2.1.2 Alcance	9

2.1.3	Voz del cliente.....	9
2.1.4	Despliegue de la función de la calidad	10
2.1.5	Restricciones de diseño	13
2.2	Triple resultado final.....	13
2.2.1	Pilar ambiental.....	13
2.2.2	Pilar Social.....	14
2.2.3	Pilar Económico	14
2.3	ODS - 8, trabajo decente y crecimiento económico	15
2.4	Declaración de Oportunidad.....	16
2.5	Medición y recolección de datos	16
2.5.1	Plan de recolección de Datos.....	16
2.5.2	Confiabilidad de los datos	19
2.6	Análisis	22
2.6.1	Situación actual.....	22
2.6.2	Análisis del nivel de inventario	25
2.7	Propuestas de diseño.....	31
2.7.1	Análisis del desperdicio en las tuberías	31
2.7.2	Propuesta 1	33
2.7.3	Propuesta 2	36
2.7.4	Análisis costo - beneficio	39
2.7.5	Elección de la propuesta	42
2.7.6	Plan de prototipado	42

2.8	Simulación de la propuesta.....	43
2.8.1	Validación del diseño simulado	46
2.8.2	Definición del número de réplicas.....	48
CAPITULO 3		50
3.1	Resultados de la simulación	51
3.1.1	Área de mezcla	51
3.1.2	Área de envasado.....	52
3.2	Triple resultado final.....	53
3.2.1	Pilar ambiental.....	53
3.2.2	Pilar económico	53
3.2.3	Pilar social	54
CAPITULO 4		55
4.1	Conclusiones y Recomendaciones.....	56
4.1.1	Conclusiones.....	56
4.1.2	Recomendaciones	56
Bibliografía.....		57

Abreviaturas

QFD Despliegue de la función de la calidad

VOC Voz del cliente

SAP Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos

ODS Objetivo de desarrollo sostenible

SKU Lista de productos

Índice de tablas

Tabla 1 Grado de relación de los requerimientos del cliente.....	11
Tabla 2 Tipo de correlación entre los requerimientos y las especificaciones de diseño ..	11
Tabla 3 Plan de recolección de datos	17
Tabla 4 Datos alineados con los resultados del QFD	18
Tabla 5 Lista de productos del área de salsas frías	19
Tabla 6 Tiempo de procesos por máquina y producto elaborado	20
Tabla 7 Desperdicio de salsa en las tuberías por cada máquina	21
Tabla 8 Distancia recorrida por el operador en el área de salsas frías	21
Tabla 9 Plan de producción semanal para los productos del área de salsas frías	22
Tabla 10 Cantidad de material en piso del área de salsas frías	22
Tabla 11 Distancia y tiempo máximo de la situación actual.....	23
Tabla 12 Nivel de inventario de la salsa 1	26
Tabla 13 Nivel de inventario de la salsa 2	27
Tabla 14 Nivel de inventario de la salsa 3	27
Tabla 15 Nivel de inventario de la salsa 4	27
Tabla 16 Nivel de inventario de la volpak 1	29
Tabla 17 Nivel de inventario de la volpak 2	29
Tabla 18 Nivel de inventario de la volpak 3	29
Tabla 19 Nivel de inventario de la evi 1	30
Tabla 20 Nivel de inventario de la evi 2	30
Tabla 21 Nivel de inventario de la llenafácil	30
Tabla 22 Costo total de la merma para la situación actual	32
Tabla 23 Costo total de la merma para la propuesta 1	35
Tabla 24 Cumplimiento con las especificaciones de diseño.....	36

Tabla 25 Costo total de la merma para la propuesta 2.....	38
Tabla 26 Cumplimiento con las especificaciones de diseño.....	39
Tabla 27 Costos de movimiento de la propuesta 1	40
Tabla 28 Costos de diseño de la propuesta 1	40
Tabla 29 Beneficios operacionales y de seguridad de la propuesta 1	40
Tabla 30 Costos de movimientos de la propuesta 2.....	41
Tabla 31 Costos de diseño de la propuesta 2	41
Tabla 32 Beneficios operacionales y de seguridad de la propuesta 2.....	41
Tabla 33 Tabla comparativa de las propuestas.....	42
Tabla 34 Plan de prototipado	43
Tabla 35 Información del inventario en Flexsim.....	44

Índice de figuras

Figura 1 Despliegue de la función de la calidad.....	12
Figura 2 Diseño del área de salsas frías.....	20
Figura 3 Diagrama de espagueti de la situación actual	24
Figura 4 Cantidad de material óptimo en el área de mezcla.....	26
Figura 5 Cantidad de material óptimo en el área de envasado	28
Figura 6 Diseño de la propuesta 1	33
Figura 7 Diagrama de espagueti de la propuesta 1	34
Figura 8 Diseño del área de la propuesta 2.....	37
Figura 9 Diagrama de espagueti para la propuesta 2.....	37
Figura 10 Flujo de procesos de recolección	45
Figura 11 Simulación de la propuesta seleccionada	45
Figura 12 Prueba de diferencias de medias para el área de envasado	46
Figura 13 Prueba de diferencia de medias para el área de envasado.....	47
Figura 14 Prueba de diferencia de medias para el área de envasado.....	47
Figura 15 Prueba de diferencia de medias para el área de envasado.....	48
Figura 16 Prueba de potencia para el tiempo de recolección de materiales para el área de mezcla.....	48
Figura 17 Prueba de potencia para el tiempo de recolección de materiales para el área de envasado	49
Figura 18 Prueba de potencia para las distancias recorridas en área de envasado	49
Figura 19 Prueba de potencia para las distancias recorridas en área de envasado	49
Figura 20 Distancia recorrida para la cocción de cada una de las salsas.....	51
Figura 21 Tiempo de recolección de materiales de cada salsa	51

Figura 22 Distancia recorrida para la recolección de materia prima en el área de envasado	52
Figura 23 Tiempo de recolección de materiales de cada salsa	52
Figura 24 Kilogramos de desperdicio de salsa al año	53
Figura 25 Costo del desperdicio de salsas	54
Figura 26 Distancia total recorrida por los operarios	54

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 Tasa de merma por tubería.....	14
Ecuación 2 Distancia total recorrida por orden de recolección.....	14
Ecuación 3 Costo total de los residuos	14
Ecuación 4 Cantidad óptima de pallets para el área	25
Ecuación 6 Costo total del desperdicio anual	31

CAPITULO 1

1.1 Introducción

La industria alimenticia es un sector muy importante para el Ecuador, ya que forma parte fundamental de su economía y se destaca por la diversidad de productos para exportación. Con estos antecedentes la eficiencia operativa de cada empresa juega un papel importante para que se mantengan al nivel del mercado y de la competencia. En el caso particular de este proyecto, el área de salsas frías de una fábrica de productos alimenticios ubicada en la ciudad de Guayaquil enfrenta problemas de congestión de personal, por la actual distribución del área. La ubicación inadecuada de las máquinas dentro del área de producción han generado complicaciones en el flujo de personas y desperdicios como la salsa que es desechada al limpiar las tuberías, lo que impacta directamente en la capacidad para cumplir con el indicador de eficiencia.

Para afrontar estas oportunidades de mejora se ha efectuado un proceso que empieza desde la definición de la oportunidad, necesidades, restricciones y requerimientos de diseño mediante herramientas como el VOC y el QFD hasta la simulación de las propuestas y su respectivo análisis financiero.

Este proyecto busca diseñar propuestas de ubicación de máquinas basadas en las restricciones y especificaciones de diseño definidas, con su respectivo análisis de flujo de personas, materiales y máquinas, además de encontrar el nivel óptimo de materiales en piso. De esta manera se pretende optimizar las operaciones internas y mejorar la sostenibilidad comercial.

1.2 Descripción del Problema

Actualmente, en el área de salsas frías de una fábrica de alimentos existen problemas relacionados con las ubicaciones de máquinas, saturación de espacio y uso, dejando poco margen para el movimiento de personas, materiales y demás elementos, lo que implica problemas significativos de pérdida de eficiencia operacional y funcionalidad de la organización. Una limitante a la que la empresa se enfrenta es la imposibilidad de expandirse debido a factores alejados del control de la empresa.

Considerando que se tiene un proyecto de inversión para el próximo año frente a estas condiciones, se ha identificado la oportunidad de rediseñar el flujo de personas, materiales y ubicaciones de equipos, a partir del año 2025, para mejorar movimientos y recursos en el área de salsas frías. Esto se logrará analizando los flujos actuales y los puntos de congestión mediante herramientas de diseño de proceso.

1.3 Justificación del Problema

Dentro del área de salsas frías, la saturación de los recursos es evidente, se encuentran máquinas con poco o nulo uso, considerando que existe un proceso de mezcla y empaque, la distancia entre los equipos es considerable. Con una distribución estratégica de las máquinas, personal y nivel de materiales en piso se garantiza mejoras en el área como un flujo donde no existan: atascos entre personas y equipos, suministro de materiales realizados en 3 turnos, tiempos de recolección de materia prima de hasta 12 minutos, movimiento y transporte innecesario.

El rediseño de los flujos dentro del área de salsas frías permitirá una disminución de obstáculos como retrasos en el proceso debido al tiempo de entrada y salida de producto, aumento en la adherencia al plan de producción obteniendo así una mejor rentabilidad y reducción de costos operacionales.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Rediseñar el área de producción de salsas frías en una empresa de alimentos para mejorar el flujo de materiales y personas, mediante una propuesta de diseño que cumpla con las especificaciones y características técnicas, restricciones, políticas de seguridad y ambiente en un plazo de 3 meses.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Identificar el flujo actual de personas y materiales para el análisis mediante herramientas de diseño de procesos.
2. Diseñar diferentes alternativas de ubicación de máquinas, flujo de personas y materiales en base al análisis de la cercanía entre las máquinas mezcladoras y envasadoras.
3. Validar los resultados mediante la herramienta flexsim.
4. Evaluar las propuestas de diseño comparándolas con la situación actual y análisis costo-beneficio.

1.5 Marco teórico

La ubicación estratégica de las máquinas y materiales dentro de una planta de manufactura o cualquier entorno operativo puede elevar la productividad considerablemente al tener un flujo esbelto. El diseño eficiente de estos no solo mejora la eficiencia operativa, sino que a su vez mejora la experiencia de los colaboradores de la fábrica. (Tompkins, White, Bozer, Tanchoco, 2010)

Cuando se habla de procesos esbeltos, se refiere a tener procesos óptimos completamente analizados para llevarlos a la estandarización mediante la recolección de datos confiables. Así mismo, se adopta la terminología esbelto cuando se habla de flujos de personas y materiales dado que esta filosofía es aplicable en todas las áreas de una organización, desde el inicio de la cadena de suministro hasta el diseño, estructura y construcción de la misma, explicó Ivan Rebolledo, director regional de Epicor Software Corporation. Un flujo de personas y materiales lean hace referencia al recorrido ideal a lo largo de los procesos y/o actividades definidas que deben seguir.

A continuación, se mencionarán algunos conceptos fundamentales que se van a abordar a lo largo del presente proyecto.

1.5.1 Manufactura esbelta

Según Francisco Correa, en su artículo *Manufactura Esbelta, Principales Herramientas*, de la revista *Panorama Administrativo*, es un conjunto de herramientas centradas en la gestión de desperdicios y la mejora continua de los procesos. Algunas de las herramientas que menciona son: las 5 s, mantenimiento productivo total, kaizen, poka yoke, cambio de matriz en un minuto, entre otras.

1.5.2 Voz del cliente

También conocido por sus siglas en inglés como voice of customer, es un término usado para definir las necesidades, experiencias, expectativas y preferencias del cliente, las cuales son obtenidas a través de diferentes herramientas de desarrollo empresarial como entrevistas, encuestas, grupo de enfoque, reuniones y demás. (Pyzdek, Thomas and Keller, Paul E., 2014)

1.5.3 Despliegue de la función de la calidad

El QFD, también denominado la casa de la calidad, es una herramienta para definir de una manera simple los requerimientos del producto o requerimientos de diseño en el caso de este proyecto en base a los requerimientos o necesidades del cliente previamente obtenidos. Dentro de esta herramienta se encuentra la relación entre las necesidades del cliente y los requerimientos de diseño, además nos ayuda a definir las características más importantes que influyen de manera significativa en las decisiones. (New, 2023)

1.5.4 Inventario

Dependiendo del contexto de la operación, es la cantidad de material que posee una organización en un periodo específico de tiempo para poder realizar sus actividades operativas a lo largo de la cadena de suministro. En esencia, es una lista que contiene el detalle del material, cantidad, código, y estado. (F. Robert Jacobs, Richard B. Chase, 2011)

Para fines de este proyecto, el inventario será el nivel de material en piso, haciendo referencia como material a las materias primas que utiliza cada equipo de producción dentro del área de salsas frías de la fábrica de alimentos.

1.5.5 Flexsim

Es un software avanzado de simulación en 3D utilizado en la industria para modelar todo tipo de procesos sencillos hasta los más complejos. Facilita al usuario una mejor visualización de las operaciones, mediante el ingreso de parámetros y condiciones establecidos por la organización. (Company, 2024)

CAPITULO 2

2.1 Metodología.

2.1.1 Definición

En la etapa 1 se definieron a los participantes que formaron parte del equipo los cuales fueron: operadores de máquinas, pasante de producción, el equipo de proyectos y bodegueros quienes facilitaron información sobre las máquinas, tiempos de ciclo y frecuencia de paradas; la supervisora de producción quien es el cliente clave; tutora del proyecto quien brinda seguimiento a este proyecto. Posteriormente, se realizaron entrevistas a las partes involucradas del área para conocer los requerimientos del cliente. Luego, se determinaron las características técnicas que deben tener las diferentes propuestas. Para finalizar con el análisis de la situación actual y a su vez proponer los diferentes rediseños del área.

2.1.2 Alcance

El alcance del proyecto está limitado solamente al área de producción, por lo que no incluye el área de planificación y así mismo no incluye el área de bodega de la empresa.

2.1.3 Voz del cliente

Se utilizó esta herramienta para escuchar las necesidades del cliente. Así mismo, se realizaron varias entrevistas a las diferentes personas involucradas dentro del área: operadores, montacarguistas, supervisores, bodegueros, analistas de mejora continua y pasantes. A continuación, se presentarán los resultados más relevantes por parte de ellos:

Operadores, montacarguistas, bodegueros y pasante

- “Las líneas de producción están muy alejadas, lo que provoca mucho tráfico.”
- “La zona parece un mercado; el transpaleta se atasca entre las máquinas.”

- “El área de producción se reduce porque la gente se mueve con los pallets y tropezamos con ellos.”
- “Tenemos una máquina en plena operación que sólo se utiliza dos veces al mes.”
- “A partir del mediodía hace mucho calor.”
- “Sólo tenemos una manguera para limpiar las máquinas, así que tenemos que esperar a que esté disponible.”
- “Hay poco espacio entre las máquinas.”
- “Las tuberías están muy juntas, lo que dificulta su limpieza.”

Supervisora

- “El diseño actual de la línea de producción no es efectivo para la demanda actual.”
- “Las máquinas no están en la ubicación correcta.”
- “La introducción manual de ingredientes en las máquinas requiere demasiado personal.”

Analista de Mejora Continua

- “Desconozco el nivel necesario del material del suelo.”
- “La zona está congestionada.”
- “Las máquinas no están en la ubicación correcta.”

2.1.4 Despliegue de la función de la calidad

Una vez recopilada la voz del cliente, se identificaron las necesidades más usuales y significativas para que posteriormente se traduzcan a un lenguaje más técnico. De esta manera, se las categorizó asignándoles un nivel de importancia, esto se lo realizó en conjunto con el equipo del área. Seguidamente, se establecieron los requerimientos técnicos y se indagó la relación que existe con las especificaciones de diseño (tabla 1).

Así mismo, se estableció la correlación (tabla 2) que existe entre dichos requerimientos técnicos.

RELACIÓN		
Grado de Grado de relación	Símbolo	Valor numérico asignado
Fuerte	●	9
Moderada	○	3
Débil	⊙	1
Sin relación		0

Tabla 1 Grado de relación de los requerimientos del cliente

Nota. Elaboración propia

CORRELACIÓN	
Positiva	+
Negativa	-
No Correlación	Vacío

Tabla 2 Tipo de correlación entre los requerimientos y las especificaciones de diseño

Nota. Elaboración propia

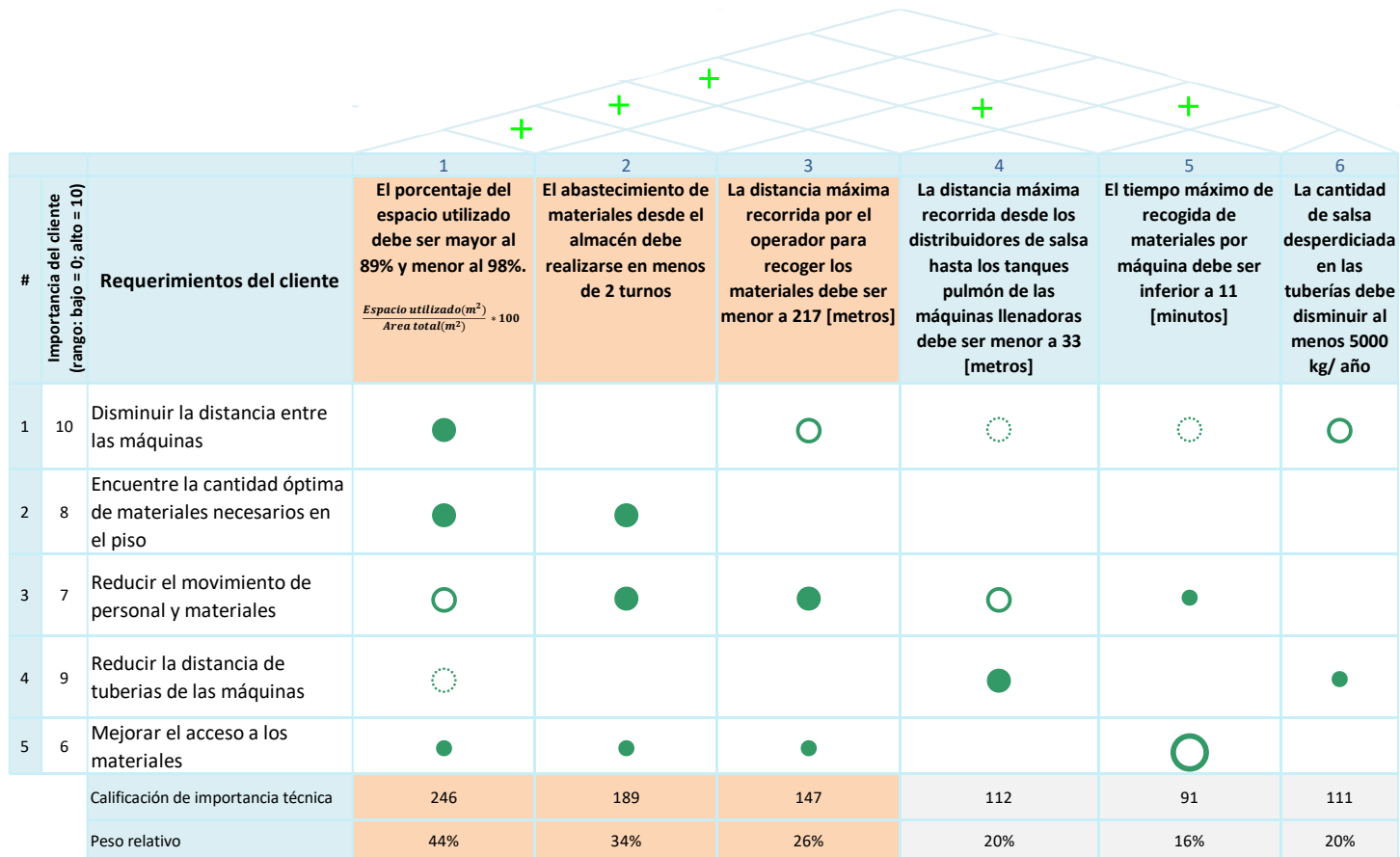


Figura 1 Despliegue de la función de la calidad

Nota. Elaboración propia

Acorde a la figura 1, se obtuvieron las principales especificaciones de diseño, las cuales tuvieron los pesos relativos más altos.

- El porcentaje del espacio utilizado debe ser mayor al 89% y menor al 98%.
- El abastecimiento de materiales desde el almacén debe realizarse en menos de 2 turnos.
- La distancia máxima recorrida por el operador para recoger los materiales debe ser menor a 217 metros.

2.1.5 Restricciones de diseño

En conjunto con el equipo de proyectos y el arquitecto de la empresa, se definieron las restricciones detalladas a continuación que limitarán el diseño propuesto.

- El tamaño y la forma del área actual.
- El almacén de materia prima y producto terminado no se puede trasladar
- El tamaño de las máquinas.

2.2 Triple resultado final

También conocido como triple bottom line, es un modelo de evaluación que tienen las organizaciones para no solo medir el éxito financiero, sino también medir el impacto que tienen sus actividades en 3 factores: social, ambiental y económico. Para efectos de este proyecto se definió el triple resultado final de acuerdo con los factores:

2.2.1 Pilar ambiental.

Las tuberías donde se transporta la materia prima desde una máquina a otra generan cierto porcentaje de desperdicio cuando hay que realizar los mantenimientos.

Estos desperdicios crean desechos para el medio ambiente. Por lo tanto, el desperdicio que generan cada metro de tubería se lo calculó por medio de la ecuación 1.

$$\text{Tasa de merma por tubería} = \frac{\text{kg de merma de salsa}}{\text{Metros de tubería}}$$

Ecuación 1 Tasa de merma por tubería

Nota. Elaboración propia

2.2.2 Pilar Social

El movimiento de materia prima hacia las máquinas y el movimiento del producto final hacia las bodegas generan estresores hacia el operario. Por lo que se definió la distancia total recorrida con el objetivo de disminuirla.

$$\text{Distancia total recorrida} = \sum_{i=1}^n \text{Distancia recorrida por orden de recolección } i$$

Ecuación 2 Distancia total recorrida por orden de recolección

Nota. Elaboración propia

2.2.3 Pilar Económico

Está relacionado con el pilar ambiental, al cumplir con esa métrica, la empresa está generando ahorros económicos que se consideran significativos.

$$\text{Costo total de los residuos} = \text{Costo por kg desperdiciado} \times \text{Kg total de salsa desperdiciado por año}$$

Ecuación 3 Costo total de los residuos

Nota. Elaboración propia

2.3 ODS - 8, trabajo decente y crecimiento económico

Al optimizar movimientos y recursos a través de herramientas esbeltas y de diseño, el proyecto contribuirá a mejorar la eficiencia operativa, reduciendo los tiempos de inactividad y los residuos, lo que se traducirá en un aumento de la productividad y la competitividad de la empresa. Además, al adherirse a las políticas de seguridad y medio ambiente, se garantiza un ambiente de trabajo seguro y saludable para los empleados, promoviendo un trabajo digno y de calidad.

2.4 Declaración de Oportunidad

Se utilizó el método 5W + 1H para declarar la oportunidad, (Pyzdek, Thomas and Keller, Paul E., 2014) la cual consiste en 6 preguntas claves que ayudan a redactar de una manera más detallada, las cuales son: ¿Qué?, ¿Quién?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Cómo?, ¿Por qué?

Se obtuvo la siguiente declaración: “Rediseñar el flujo de personas, materiales y ubicaciones de equipos en el área de salsas frías a partir del año 2025, mejorará los movimientos y recursos. Esto se logrará analizando los flujos actuales y los puntos de congestión utilizando herramientas de diseño de procesos.”

2.5 Medición y recolección de datos

2.5.1 Plan de recolección de Datos

Para realizar el análisis de la situación actual y desarrollar las propuestas de diseño es necesario recopilar información de la empresa. Para esto, se elaboró un plan de recolección de datos que se muestra en la tabla 3 donde se incluyó: el tipo de dato, origen, factores de estratificación, si aplica muestreo, el objetivo y responsables.

Datos a recolectar	Tipo de dato	Método de recolección	Factores de estratificación	¿se aplicará muestreo?	Objetivo	Responsable
Lista de productos	Cualitativo / Cuantitativo	SAP	Presentación del producto Y Tipo de producto	NO	Para identificar los productos elaborados	Isaac y la Supervisora de producción.
Diseño del área	-	Onedrive de la empresa	Subáreas	NO	Conocer la ubicación de las máquinas y simular en Flexsim la situación actual	Pamela y la Ingeniera de Proyectos
Tiempo de los procesos	Cuantitativo	Sharepoint de la empresa	Por máquina y por producto	NO	Para configurar las máquinas en Flexsim	Isaac y la Supervisora de producción
Desperdicio por máquina	Cuantitativo	SAP	Por Sku	NO	Para simular en Flexsim la salida de producto no conforme y merma de producción	Pamela y la Supervisora de producción
Distancia recorrida por operario	Cuantitativo	Observación y medición	Por area, subáreas y estaciones de proceso	NO	Para simular el recorrido actual en Flexsim	Isaac Ramirez y Pamela Pacheco
Volumen productos elaborados por día	Cuantitativo	SAP	Por máquina y por Sku	NO	Para identificar los sku's que se van a simular.	Pamela y la Supervisora de producción
Cantidad de material en piso	Cuantitativo	Observación y medición	Por tipo de material	NO	Para evaluar el indicador económico del triple resultado final	Isaac Ramirez y Pamela Pacheco
Costo de materiales	Cuantitativo	SAP	Por tipo de material	NO	Para evaluar el indicador económico del triple resultado final	Isaac Ramirez y Pamela Pacheco

Tabla 3 Plan de recolección de datos

Nota. Elaboración propia

A través de la tabla 4, se aprecia cómo los datos recolectados están alineados con las especificaciones de diseño obtenidas en el QFD donde los recuadros verdes representan una relación positiva mientras que los recuadros rojos no representan relación.

DATOS A RECOLECTAR	TIPO DE DATO	MÉTODO DE RECOLECCIÓN	FACTORES DE ESTRATIFICACIÓN	OBJETIVO	ESPECIFICACIONES DE DISEÑO					
					El porcentaje del espacio utilizado debe ser mayor al 89% y menor al 98%.	El abastecimiento de materiales desde el almacén debe realizarse en menos de 2 turnos	La distancia máxima recorrida por el operador para recoger los materiales debe ser menor a 217 [metros]	La distancia máxima recorrida desde los distribuidores de salsa hasta los tanques pulmón de las máquinas llenadoras debe ser menor a 33 [metros]	La cantidad de salsa desperdiciada en las tuberías debe disminuir al menos 5000 kg/ año	El tiempo máximo de recogida de materiales por máquina debe ser inferior a 11 [minutos]
LISTA DE PRODUCTOS	Cualitativo / Cuantitativo	SAP	Presentación del producto Y Tipo de producto	Para identificar los productos elaborados						
DISEÑO DEL AREA	-	Onedrive de la empresa	Subáreas	Conocer la ubicación de las máquinas y simular en Flexsim la situación actual						
TIEMPO DE LOS PROCESOS	Cuantitativo	Sharepoint de la empresa	Por máquina y por producto	Para configurar las máquinas en Flexsim						
DISTANCIA RECORRIDA POR OPERARIO	Cuantitativo	SAP	Por Sku	Para simular en Flexsim la salida de producto no conforme y merma de producción						
VOLUMEN PRODUCTOS ELABORADOS POR DÍA	Cuantitativo	Observación y medición	Por area, subáreas y estaciones de proceso	Para simular el recorrido actual en Flexsim						
CANTIDAD DE MATERIAL EN PISO	Cuantitativo	SAP	Por máquina y por Sku	Para identificar los sku's que se van a simular.						
COSTO DEL KG DE SALSA	Cuantitativo	Observación y medición	Por tipo de material	Para evaluar el indicador económico del triple resultado final						

Tabla 4 Datos alineados con los resultados del QFD

Nota. Elaboración propia

2.5.2 Confiabilidad de los datos

A continuación, se detallará el origen de cada uno de los datos para validar su solidez.

- Lista de productos: Obtenido de la base de datos del sistema SAP y validada mediante la observación y el portafolio de la organización.

SALSAS FRIAS	CONTIENE SOJA*, CONTIENE GLUTEN*, CONTIENE SUAVIZANTE*, CONTIENE MOSTAZA*	12594100	MAGGI Mayo Casera Limón 42x170g
	CONTIENE SOJA*, CONTIENE GLUTEN*, CONTIENE SUAVIZANTE*, CONTIENE MOSTAZA*	12595875	Maggi Mayonesa Casera Limón 24x350g
	CONTIENE SUAVIZANTE*, CONTIENE SOJA*, CONTIENE MOSTAZA*	12429627	MAGGI Mayonesa Light 42x200g
	CONTIENE SOJA*, CONTIENE GLUTEN*, CONTIENE MOSTAZA*, PUEDE CONTENER SUAVIZANTE*	12122489	MAGGI Mayonesa Light 33x400g
	CONTIENE SUAVIZANTE*, CONTIENE SOJA*, CONTIENE MOSTAZA*, CONTIENE SUAVIZANTE*	12601746	MAGGI Mayonesa 42x200g PRPrE EC
	CONTIENE SUAVIZANTE*, CONTIENE SOJA*, CONTIENE MOSTAZA*, CONTIENE SUAVIZANTE*	12429503	MAGGI Mayonesa 42x200g N1 EC KC
	CONTIENE SUAVIZANTE*, CONTIENE SOJA*, CONTIENE MOSTAZA*, CONTIENE SUAVIZANTE*	12428007	MAGGI Mayonesa 33x400g N1 EC KC
	CONTIENE SUAVIZANTE*, CONTIENE SOJA*, CONTIENE MOSTAZA*, CONTIENE SUAVIZANTE*	12559824	MAGGI Mayonesa 8x900g N1 EC KC
	CONTIENE MOSTAZA*, CONTIENE SULFITO*, PUEDE CONTENER SUAVIZANTE*	12424788	MAGGI Salsa Barbecue 42x200g EC
	CONTIENE MOSTAZA*, CONTIENE SULFITO*, PUEDE CONTENER SUAVIZANTE*	12428025	MAGGI Salsa BBQ Ahumada 42x200g EC
	CONTIENE SOJA*, CONTIENE MOSTAZA*, PUEDE CONTENER SUAVIZANTE*	12460615	MAGGI Mostaza Miel 24x200g EC
	CONTIENE MOSTAZA*, CONTIENE SULFITO*, PUEDE CONTENER SUAVIZANTE*	12538462	MAGGI LA SAZON 48x150g EC
	CONTIENE MOSTAZA*, CONTIENE SULFITO*, PUEDE CONTENER SUAVIZANTE*	12427840	MAGGI La Sazon 42x200g EC
	CONTIENE MOSTAZA*, CONTIENE SULFITO*, PUEDE CONTENER SUAVIZANTE*	12536950	MAGGI LA SAZON 24x500g
	CONTIENE MOSTAZA*, CONTIENE SULFITO*, PUEDE CONTENER SUAVIZANTE*	12400953	MAGGI La Sazon 12x1kg N1 EC
	CONTIENE SULFITO*, PUEDE CONTENER SUAVIZANTE*	12423763	MAGGI Salsa de Tomate 42x200g EC
	CONTIENE SULFITO*, PUEDE CONTENER SUAVIZANTE*	12429410	MAGGI Salsa de Tomate 24x350g EC
	CONTIENE SULFITO*, PUEDE CONTENER SUAVIZANTE*	12381962	MAGGI Salsa De Tomate 24x550g EC
	CONTIENE SULFITO*, PUEDE CONTENER SUAVIZANTE*	12381961	MAGGI Salsa De Tomate Doypack 12x1kg KC
	CONTIENE MOSTAZA*, CONTIENE SULFITO*, PUEDE CONTENER SUAVIZANTE*	12428023	MAGGI Mostaza 42x200g EC
CONTIENE MOSTAZA*, CONTIENE SULFITO*, PUEDE CONTENER SUAVIZANTE*	12573916	MAGGI Mostaza 24x500g EC	
CONTIENE MOSTAZA*, CONTIENE SULFITO*, PUEDE CONTENER SUAVIZANTE*	11495510	MAGGI Mostaza 12x1kg EC	

Tabla 5 Lista de productos del área de salsas frías

- Diseño del área: Obtenida por el arquitecto de la empresa y validada por el ingeniero de proyectos.

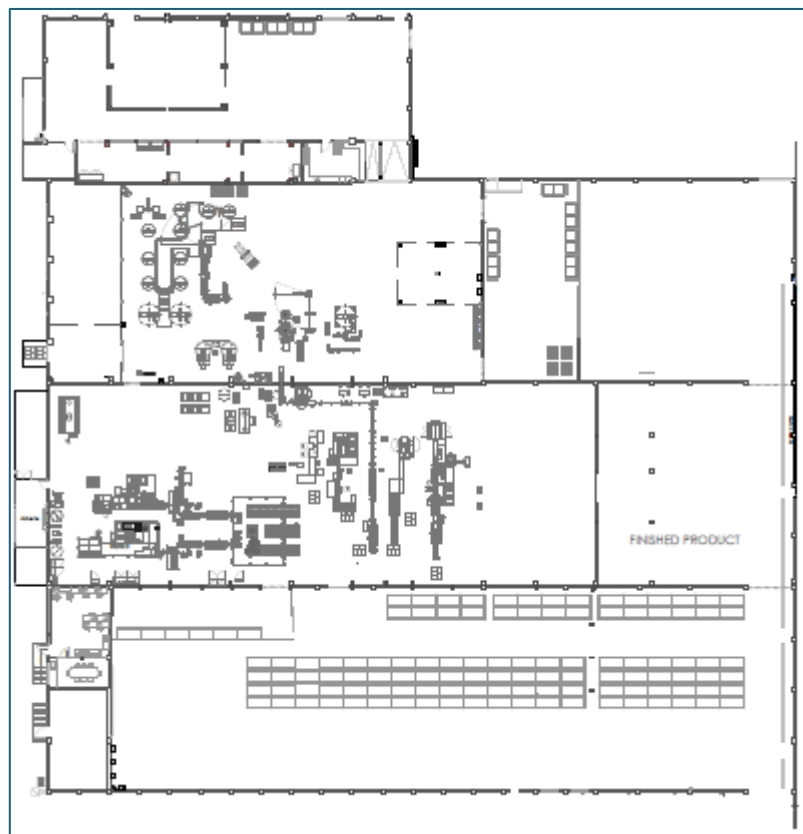


Figura 2 Diseño del área de salsas frías

- Tiempo de proceso: Este dato fue obtenido de la base de datos del sistema SAP usado por la compañía.

ESTANDARES 2024				
SKU		FORMULA		
Código	VERSIÓN	T. PASTEURIZADO	T. PREPARACIÓN	BOMBEO Y ENFRIAMIENTO
44296021	2301	8 min	57 min	15 min
44084719	2300	19 min	30 min	20 min
44024095	2300	25 min	45 min	35 min
44024086	2300	25 min	45 min	35 min
44207042	2201	25 min	45 min	35 min
44064450	2300	15 min	40 min	30 min
44207026	2200	25 min	45 min	35 min
44207018	2200	25 min	45 min	35 min
44024086	6000	25 min	45 min	35 min
44024086	6001	25 min	45 min	35 min

Tabla 6 Tiempo de procesos por máquina y producto elaborado

- Desperdicio por máquina: obtenido de la base de datos del sistema SAP usado por la compañía.

PREPARACIONES	DISTANCIA DESDE EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO A LAS TUBERÍAS	TRAMO DE TUBERIA [m]	PESO DE DESPERDICIO [kg]
TETRALMIX	18,55	0,59	1,25
HERBORT 1	27	2,54	5,96
FRYMA KORUMA	23	2,52	6,18

Tabla 7 Desperdicio de salsa en las tuberías por cada máquina

- Distancia recorrida por operador: Validada mediante la medición y observación

Operadores	Promedio de distancias recorridas (metros)
Operador 1	82,03
Operador 2	65,8
Operador 3	217,07
Operador 4	102,84
Operador 5	42,48
Operador 6	37,94
Operador 7	16,94
Operador 8	35,65
Operador 9	90,2

Tabla 8 Distancia recorrida por el operador en el área de salsas frías

Nota. Elaboración propia

- Volumen de producción por día: Este dato fue obtenido de la base de datos del sistema SAP usado por la compañía.

Fábrica Guayaquil		PROGRAMA DE PRODUCCION SEMANAL 2024																					19
RECURSO	COD	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES			SÁBADO			DOMINGO			TOT
		06-05-24	07-05-24	08-05-24	09-05-24	10-05-24	11-05-24	12-05-24	TOT														
Volpak # 1	1,2E+07	02																				0 CJ	
	1,2E+07	762	400	464	400	400	464	400	400	464	400	464										4.256 CJ	
	1,3E+07	762											245	490	490	490	490	490	490	245		3.430 CJ	
	1,2E+07	742																					
Volpak # 2	1,3E+07	812	468	468	440	468	468	440	468	468	440	468	468									5.064 CJ	
	1,2E+07	702											139	555	555	555	555	555	278			3.192 CJ	
	1,2E+07	732																					
Volpak # 3	1,2E+07	802	468	497	497	468	497	497	468	497	497	468										4.854 CJ	
	1,2E+07	802											130	497	497	497	497	497	497	249	Limp	3.361 CJ	
	1,2E+07	732																					
EVI 2	1,2E+07	02																				0 CJ	
	1,3E+07	822	600	542	525	542	525						143	286	200	286	286	286	286	143		4.650 CJ	
Lleas Fácil	1,1E+07	882	2400	2100	2000	2400	2100	2000														*****	
	1,2E+07	02																				0 CJ	
	1,2E+07	882								100	100	233	233	233	233	117						1.249 CJ	
Kegler	1,2E+07	852																				0 CJ	
	1,2E+07	250								250												250 CJ	

Tabla 9 Plan de producción semanal para los productos del área de salsas frías

- Cantidad de material en piso: Obtenido mediante la medición y observación, y validado por el equipo de abastecimiento.

SALSA 4		
MATERIA PRIMA	CANTIDAD NECESARIA POR BATCH [SACOS]	CANTIDAD ACTUAL EL PISO
Premix S4	1	40
Grano 1	2	28
Grano 2	4	56
Concentrado	2	28

Tabla 10 Cantidad de material en piso del área de salsas frías

Nota. Elaboración propia

2.6 Análisis

2.6.1 Situación actual

Acorde a los datos obtenidos, se hizo un análisis del estado actual del área de salsas frías. En la tabla 11, se observa que existen dos áreas de trabajo: premezcla y envasado. En el área de premezcla se tienen las máquinas: tetralmix que cocina la salsa

4, herbort 1 que cocina la salsa 2, herbort 2 que cocina la salsa 3, fryma koruma que cocina las salsas 1 y 2. Por otro lado, en el área de envasado existen 7 máquinas: evi 1, evi 2, llena fácil y las volpak 1, 2 y 3. Así mismo, la tabla 11 contiene los tiempos de recolección, máxima distancia recorrida, la cantidad de personas en cada área y el espacio utilizado en toda el área.

Área	Máxima distancia recorrida (Metros)	Máximo tiempo de recolección (minutos)	Espacio utilizado (%)
Mezcla	90,2	10	89
Envasado	217,07	11	

Tabla 11 Distancia y tiempo máximo de la situación actual

Nota. Elaboración propia

Seguidamente, se elaboró un diagrama de espagueti para representar el movimiento de las personas y materiales. Se visualizaron las áreas de mayor congestión, para realizar los análisis posteriores.

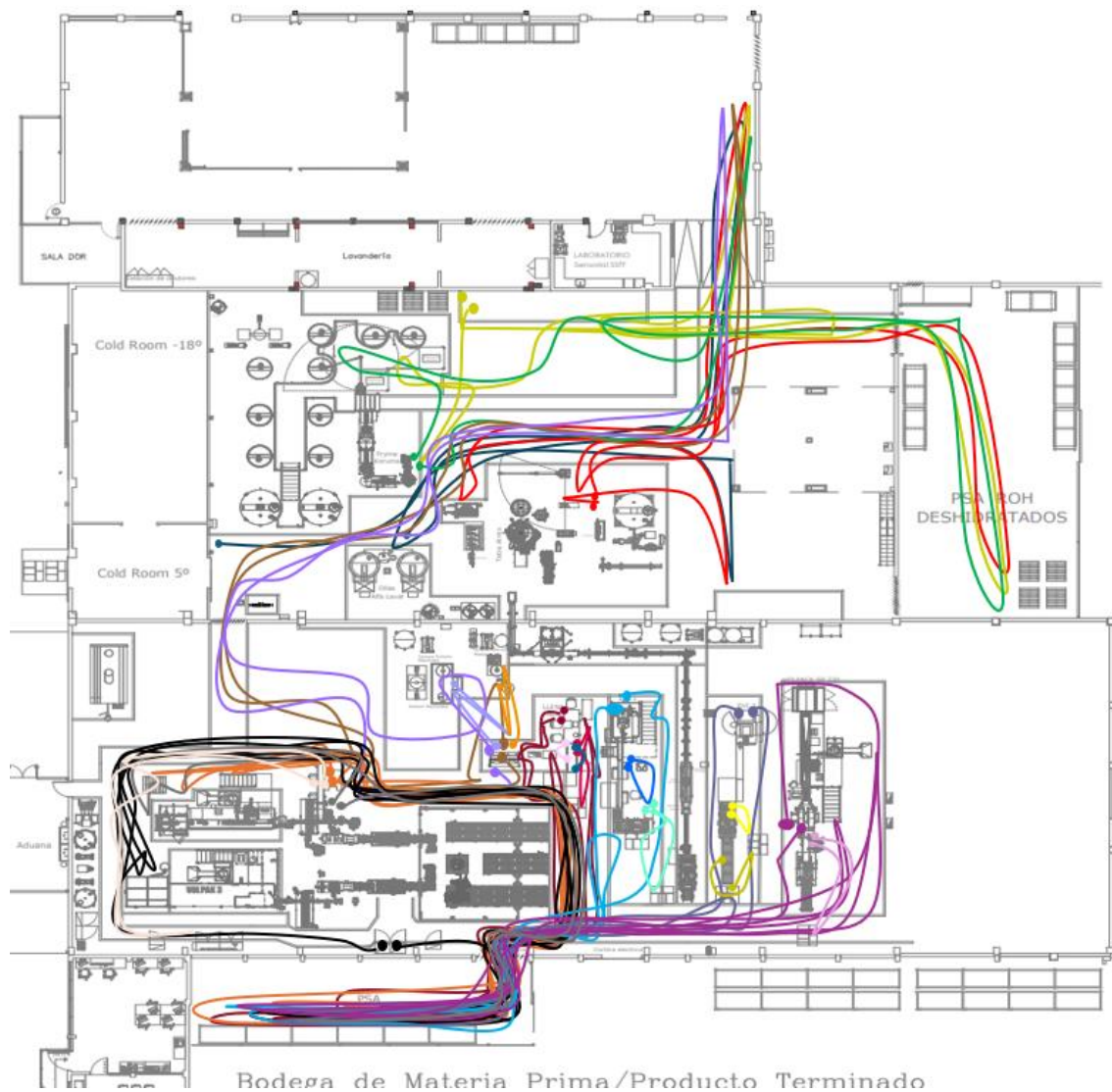


Figura 3 Diagrama de espagueti de la situación actual

Nota. Elaboración propia

Por lo observado en la figura 3, existe una mayor congestión en el área de envasado, especialmente en los procesos de abastecimiento de materia prima y el ingreso del producto terminado a las bodegas.

2.6.2 Análisis del nivel de inventario

Para encontrar en nivel óptimo de material en piso, primero se analizó data histórica, para determinar la frecuencia de cocción de producto por máquina envasadora y un plan de producción que represente una semana típica con el objetivo de ser usado para este análisis.

Área de mezcla

1. Se recolectó información sobre la materia prima que usa cada salsa fría junto con la cantidad necesaria por lote.
2. En base a la frecuencia de cocción obtenida anteriormente, se calculó la cantidad necesaria para un día de producción estándar.
3. Se obtuvo la cantidad máxima de materia prima que pueden llevar los pallets.
4. Se calculó la cantidad óptima de pallets en el área mediante la siguiente relación

$$\text{Cantidad óptima de pallets} = \frac{\text{Cantidad necesaria para un día de producción}}{\text{Cantidad máxima por pallet}}$$

Ecuación 4 Cantidad óptima de pallets para el área

Nota. Elaboración propia

5. Se conoce que, por políticas de la empresa se pueden apilar hasta 2 pallets, a partir de eso se calculó también el espacio que se necesita en piso como se observa en la figura 4, sin embargo, se agrupó los materiales de uso común, obteniendo así la información de las tablas 12 a la 15 para la preparación de cada una de las salsas.

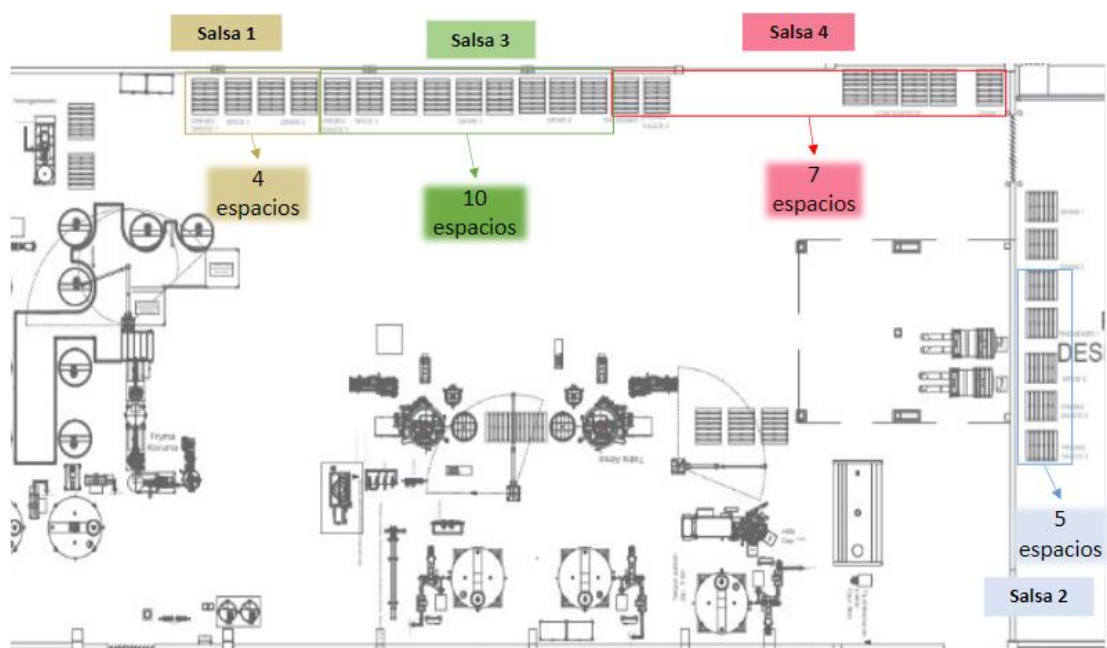


Figura 4 Cantidad de material óptimo en el área de mezcla

Nota. Elaboración propia

SALSA 1					
MATERIA PRIMA	CANTIDAD NECESARIA POR BATCH [SACOS]	CANTIDAD MAXIMA DE SACOS POR PALLET [SACOS]	CANTIDAD TOTAL NECESARIA PARA UN DÍA ESTANDAR DE PRODUCCIÓN [SACOS]	CANTIDAD OPTIMA EN PISO [PALLETS]	ESPACIO EN PISO POR PALLET
Premix S1	3	40	30	1	1
Especia 1	1	40	10	1	1
Grano 1	1	15	10	1	1
Grano 2	1	24	10	0	1
Grano 3	12	30	120	4	2

Tabla 12 Nivel de inventario de la salsa 1

Nota. Elaboración propia

SALSA 2					
MATERIA PRIMA	CANTIDAD NECESARIA POR BATCH [SACOS]	CANTIDAD MAXIMA DE SACOS POR PALLET [SACOS]	CANTUDAD TOTAL NECESARIA PARA UN DÍA ESTANDAR DE PRODUCCIÓN [SACOS]	CANTIDAD OPTIMA EN PISO [PALLETS]	ESPACIO EN PISO POR PALLET
Premix S2	2	40	32	1	1
Grano 1	2	15	32	2,1	1
Grano 2	1	24	16	0,7	1
Especia 3	2	27	32	1	1
Espesante 1	1	30	16	0,5	1

Tabla 13 Nivel de inventario de la salsa 2

Nota. Elaboración propia

SALSA 3					
MATERIA PRIMA	CANTIDAD NECESARIA POR BATCH [SACOS]	CANTIDAD MAXIMA DE SACOS POR PALLET [SACOS]	CANTUDAD TOTAL NECESARIA PARA UN DÍA ESTANDAR DE PRODUCCIÓN [SACOS]	CANTIDAD OPTIMA EN PISO [PALLETS]	ESPACIO EN PISO POR PALLET
Premix S3	1	40	20	1	1
Grano 1	7	15	140	9,3	5
Especia 2	2	40	40	1	1
Espesante 1	2	30	40	1,33	1
Grano 2	2	24	40	1,7	1
Aditivo 1	3	40	60	2	1

Tabla 14 Nivel de inventario de la salsa 3

Nota. Elaboración propia

SALSA 4					
MATERIA PRIMA	CANTIDAD NECESARIA POR BATCH [SACOS]	CANTIDAD MAXIMA DE SACOS POR PALLET [SACOS]	CANTUDAD TOTAL NECESARIA PARA UN DÍA ESTANDAR DE PRODUCCIÓN [SACOS]	CANTIDAD OPTIMA EN PISO [PALLETS]	ESPACIO EN PISO POR PALLET
Premix S4	1	40	14	1	1
Grano 1	2	15	28	1,9	1
Grano 2	4	24	56	2,3	1
Concentrado	2	4	28	7	4

Tabla 15 Nivel de inventario de la salsa 4

Nota. Elaboración propia

Área de envasado

1. Se recolectó información sobre la materia prima que requiere cada máquina.
2. En base al plan de producción estándar obtenida anteriormente, se calculó la cantidad necesaria para un día de producción estándar.
3. Se obtuvo la cantidad por paca que viene de parte del proveedor y la cantidad máxima que entra en un pallet.
4. Se calculó la cantidad óptima de pallets en el área mediante la ecuación 4.
5. Para evitar congestión de material dentro del área se decidió ubicar un espacio por material de empaque cerca de la máquina como se observa en la figura 5, mientras que el resto se las colocó dentro de los puntos logísticos, obteniendo así la siguiente información entre las tablas 16 y 21.

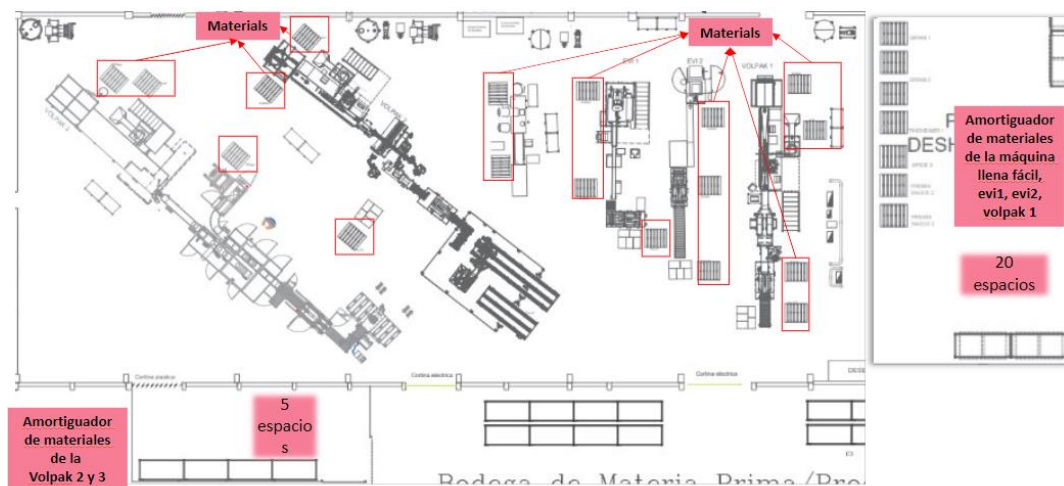


Figura 5 Cantidad de material óptimo en el área de envasado

Nota. Elaboración propia

VOLPAK #1							
MATERIAL DE EMPAQUE	CANTIDAD NECESARIA POR CAJA [UNIDADES]	CANTIDAD NECESARIA POR DÍA [UNIDADES]	CANTIDAD POR PACA	CANTIDAD MAXIMA POR PALLET	CANTIDAD OPTIMA EN PISO [PALLET/DIA]	ESPACIO NECESARIO EN EL AREA DE EMPAQUE [PALLETS]	ESPACIO NECESARIO EN PUNTO LOGÍSTICO [PALLETS]
CAJA	1	1712	30	480	4	1	3
ROLLOS DE SACHETS	24	41088	5275	52750	1	1	0
TAPAS DE SACHETS	24	41088	3700	111000	1	1	0

Tabla 16 Nivel de inventario de la volpak 1

Nota. Elaboración propia

VOLPAK #2							
MATERIAL DE EMPAQUE	CANTIDAD NECESARIA POR CAJA [UNIDADES]	CANTIDAD NECESARIA POR DÍA [UNIDADES]	CANTIDAD POR PACA	CANTIDAD MAXIMA POR PALLET	CANTIDAD OPTIMA EN PISO [PALLET/DIA]	ESPACIO NECESARIO EN EL AREA DE EMPAQUE [PALLETS]	ESPACIO NECESARIO EN PUNTO LOGÍSTICO [PALLETS]
CAJA	1	1382	30	480	3	1	2
ROLLOS DE SACHETS	48	66336	19950	139650,0	1	1	0
TAPAS DE SACHETS	48	66336	2000	80000	1	1	0

Tabla 17 Nivel de inventario de la volpak 2

Nota. Elaboración propia

VOLPAK #3							
MATERIAL DE EMPAQUE	CANTIDAD NECESARIA POR CAJA [UNIDADES]	CANTIDAD NECESARIA POR DÍA [UNIDADES]	CANTIDAD POR PACA	CANTIDAD MAXIMA POR PALLET	CANTIDAD OPTIMA EN PISO [PALLET/DIA]	ESPACIO NECESARIO EN EL AREA DE EMPAQUE [PALLETS]	ESPACIO NECESARIO EN PUNTO LOGÍSTICO [PALLETS]
CAJA	1	1462	30	480	4	1	3
ROLLOS DE SACHETS	42	61404	12372	123720	1	1	0
TAPAS DE SACHETS	42	61404	3700	111000	1	1	0

Tabla 18 Nivel de inventario de la volpak 3

Nota. Elaboración propia

EVI 1							
MATERIAL DE EMPAQUE	CANTIDAD NECESARIA POR CAJA [UNIDADES]	CANTIDAD NECESARIA POR DÍA [UNIDADES]	CANTIDAD POR PACA	CANTIDAD MAXIMA POR PALLET	CANTIDAD OPTIMA EN PISO [PALLET/DIA]	ESPACIO NECESARIO EN EL AREA DE EMPAQUE [PALLETS]	ESPACIO NECESARIO EN PUNTO LOGÍSTICO [PALLETS]
CAJA	1	827	25	600	2	1	0
ROLLOS DE SACHETS	14	11578	20000	200000	1	1	0

Tabla 19 Nivel de inventario de la evi 1

Nota. Elaboración propia

EVI 2							
MATERIAL DE EMPAQUE	CANTIDAD NECESARIA POR CAJA [UNIDADES]	CANTIDAD NECESARIA POR DÍA [UNIDADES]	CANTIDAD POR PACA	CANTIDAD MAXIMA POR PALLET	CANTIDAD OPTIMA EN PISO [PALLET/DIA]	ESPACIO NECESARIO EN EL AREA DE EMPAQUE [PALLETS]	ESPACIO NECESARIO EN PUNTO LOGÍSTICO [PALLETS]
CAJA	1	1920	30	480	4,0	1	3
ROLLOS DE SACHETS	16	30720	20000	160000	1,0	1	0

Tabla 20 Nivel de inventario de la evi 2

Nota. Elaboración propia

LLENA FACIL							
MATERIAL DE EMPAQUE	CANTIDAD NECESARIA POR CAJA [UNIDADES]	CANTIDAD NECESARIA POR DÍA [UNIDADES]	CANTIDAD POR PACA	CANTIDAD MAXIMA POR PALLET	CANTIDAD OPTIMA EN PISO [PALLET/DIA]	ESPACIO NECESARIO EN EL AREA DE EMPAQUE [PALLETS]	ESPACIO NECESARIO EN PUNTO LOGÍSTICO [PALLETS]
BALDE	1	6500	100	600	11	1	10
TAPA DE BALDE	1	6500	250	1500	5	1	4

Tabla 21 Nivel de inventario de la llenafácil

Nota. Elaboración propia

De esta manera se ha calculado el espacio dentro del área de salsa frías para la materia prima y el material de empaque necesario, estandarizando el nivel de material en piso para cada área.

2.7 Propuestas de diseño

2.7.1 Análisis del desperdicio en las tuberías.

La pérdida de salsa durante los cambios de producto lleva a pérdidas significativas a largo plazo. Estos cambios implican una limpieza en las tuberías para evitar la contaminación cruzada, por ello se busca disminuir la distancia de tuberías entre el distribuidor de salsas y la máquina llenadora. A continuación, se detallará el análisis realizado.

1. Se obtuvo la siguiente información por parte de la empresa: distancia desde el distribuidor de salsas hasta las máquinas llenadoras, kilogramos de salsa desperdiciados por metro de tubería, costo por kilogramos desperdiciado y la frecuencia anual de cambios.
2. Se calculó el costo total con la ecuación 6

Costo total de desperdicio anual

$$\begin{aligned}
 &= \textit{distancia desde el distribuidor de salsas} \\
 &\times \textit{kg de salsa desperdiciada por metro de tubería} \\
 &\times \textit{costo por kg desperdiciado} \times \textit{frecuencia anual de cambios.}
 \end{aligned}$$

Ecuación 5 Costo total del desperdicio anual

Nota. Elaboración propia

Para la situación actual se obtuvo un total de 927.644,37 kg desperdiciados anualmente con un costo total de \$561.473,26 como se detalla en la tabla 22.

Rangos	Peso desperdiciado [kg/año]	Costo del desperdicio [\$/año]
Área de mezcla hasta el distribuidor de salsas	893762,522	\$ 517.323,96
Distribuidor de salsas hasta área de envasado	33882,05125	\$ 44.149,30
Total	927644,5733	\$ 561.473,26

Tabla 22 Costo total de la merma para la situación actual

Nota. Elaboración propia

Basados en el análisis anterior, las restricciones, requerimiento y especificaciones de diseño se levantaron las propuestas.

Considerando las restricciones, especificaciones de diseño y el análisis de desperdicio de salsa previamente detallado se llevaron a cabo 2 propuestas explicadas en la siguiente sección.

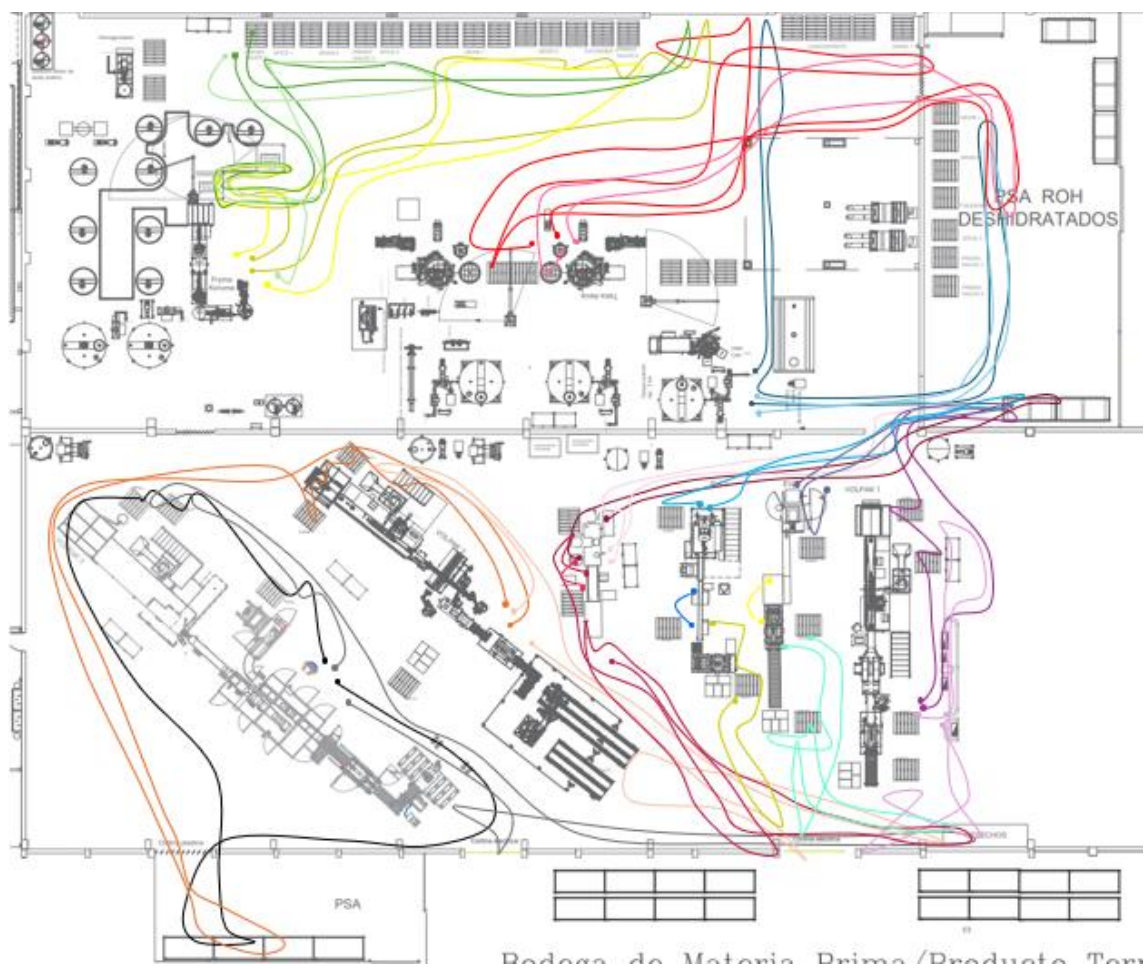


Figura 7 Diagrama de spaghetti de la propuesta 1

Nota. Elaboración propia

Para la propuesta número 1 se obtuvo un total de 916.819,57 kg desperdiciados con un costo total de \$547.778,65 como se detalla en la tabla 23, lo que representa una reducción del 1.2% y 2.44% respectivamente respecto a la situación actual.

Rangos	Peso desperdiciado [kg/año]	Costo del desperdicio [\$/año]
Área de mezcla hasta el distribuidor de salsas	893762,522	\$ 517.323,96
Distribuidor de salsas hasta área de envasado	23057,04	30454,69
Total	916819,567	\$ 547.778,65

Tabla 23 Costo total de la merma para la propuesta 1

Nota. Elaboración propia

Como resultados de esta propuesta se obtuvo:

Área de mezcla

- La distancia máxima recorrida por operador es de 22,31 metros.
- El tiempo máximo de recolección de materiales es de 9,5 minutos.

Área de envasado

- La distancia máxima recorrida por operador es de 104,16 metros.
- El tiempo máximo de recolección de materiales es de 10 minutos.

Finalmente se obtienen los siguientes beneficios de la propuesta 1:

- Reducir el riesgo de ser atropellado por montacargas.
- Reducir las áreas de congestión para evitar tropiezos y colisiones.
- Reubicación de productos que obstruyen el espacio.

Así mismo, en la tabla 24 se puede el cumplimiento con las especificaciones de diseño.

Especificaciones de diseño	Propuesta 1
El porcentaje del espacio utilizado debe ser mayor al 89% y menor al 98%.	95%
El abastecimiento de materiales desde el almacén debe realizarse en menos de 2 turnos	1 turno
La distancia máxima recorrida por el operador para recoger los materiales debe ser menor a 217 [metros]	104.16 metros
La distancia máxima recorrida desde los distribuidores de salsa hasta los tanques pulmón de las máquinas llenadoras debe ser menor a 33 [metros]	7 metros
La cantidad de salsa desperdiciada en las tuberías debe disminuir al menos 5000 kg/ año	10825.01 kg/año
El tiempo máximo de recogida de materiales por máquina debe ser inferior a 11 [minutos]	9 minutos

Tabla 24 Cumplimiento con las especificaciones de diseño

Nota. Elaboración propia

2.7.3 Propuesta 2

En esta propuesta se presenta el movimiento o la reubicación de todas las máquinas del área de mezcla, y 2 máquinas del área de envasado, se abrieron dos boquetes para el paso desde la bodega hacia el área de envasado, se cerró un boquete, desmontaje y modificación de la Herbort 1 y 2 respectivamente.

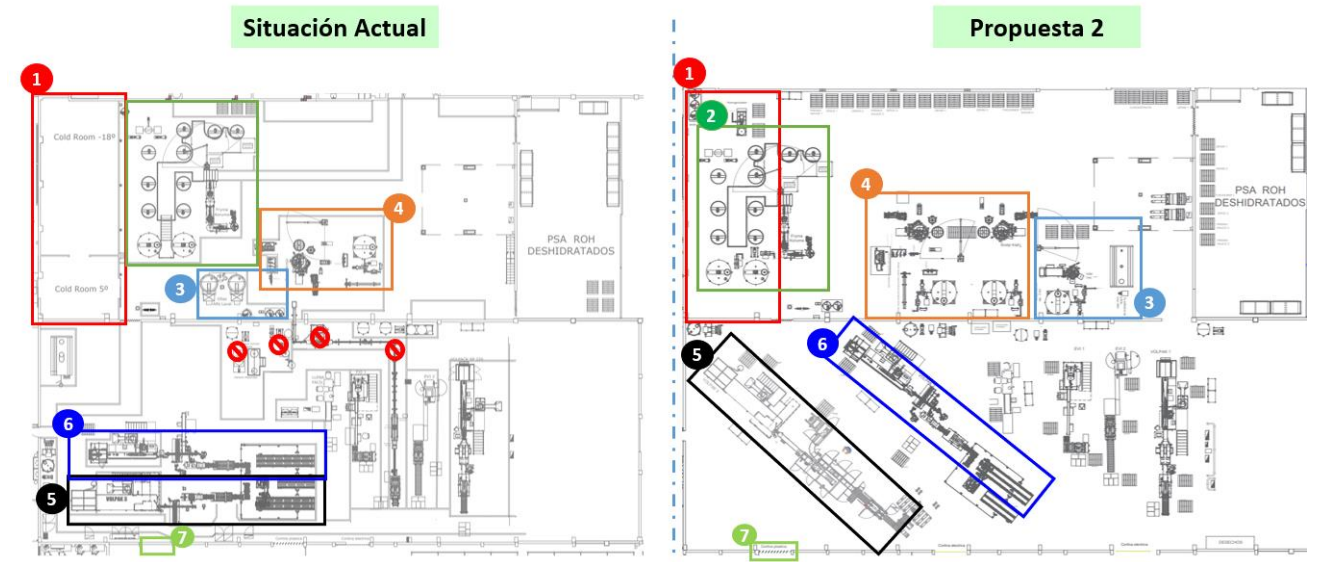


Figura 8 Diseño del área de la propuesta 2

Nota. Elaboración propia

De igual manera, en la figura 9 se muestra el flujo de personas y materiales dentro del área donde cada color representa a una persona perteneciente al área.

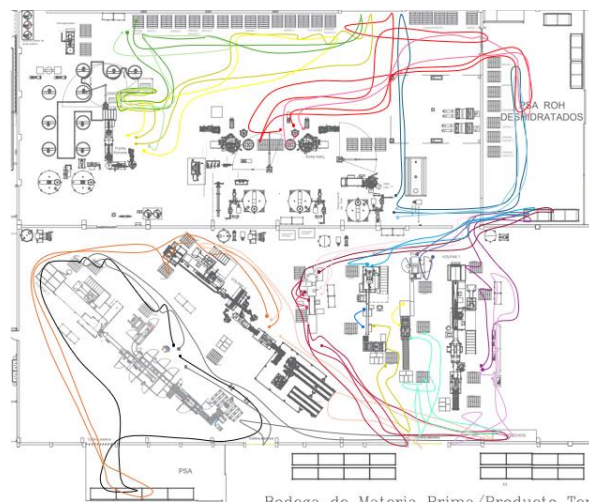


Figura 9 Diagrama de espagueti para la propuesta 2

Nota. Elaboración propia

Para la propuesta número 2 se obtuvo un total de 916.020,24 kg desperdiciados con un costo total de \$546.578,84 como se detalla en la tabla 25, lo que representa una reducción del 1.2% y 2.7% respectivamente respecto a la situación actual.

Rangos	Peso desperdiciado [kg/año]	Costo del desperdicio [\$/año]
Área de mezcla hasta el distribuidor de salsas	893762,522	\$ 517.323,96
Distribuidor de salsas hasta área de envasado	22257,72	29254,88
Total	916020,238	\$ 546.578,84

Tabla 25 Costo total de la merma para la propuesta 2

Nota. Elaboración propia

Como resultados de esta propuesta se obtuvo:

Área de mezcla

- La distancia máxima recorrida por operador es de 44,55 metros.
- El tiempo máximo de recolección de materiales es de 9,5 minutos.

Área de envasado

- La distancia máxima recorrida por operador es de 144,75 metros.
- El tiempo máximo de recolección de materiales es de 10 minutos.

Finalmente se obtienen los siguientes beneficios de la propuesta 2:

- Reducir el riesgo de ser atropellado por montacargas.
- Reducir las áreas de congestión para evitar tropiezos y colisiones.
- Reubicación de productos que obstruyen el espacio.

Así mismo, se observa en la tabla 26 los resultados de la propuesta 2 con respecto a las especificaciones de diseño, observando que cumple los parámetros.

Especificaciones de diseño	Propuesta 2
El porcentaje del espacio utilizado debe ser mayor al 89% y menor al 98%.	98%
El abastecimiento de materiales desde el almacén debe realizarse en menos de 2 turnos	1 turno
La distancia máxima recorrida por el operador para recoger los materiales debe ser menor a 217 [metros]	144.7 metros
La distancia máxima recorrida desde los distribuidores de salsa hasta los tanques pulmón de las máquinas llenadoras debe ser menor a 33 [metros]	14 metros
La cantidad de salsa desperdiciada en las tuberías debe disminuir al menos 5000 kg/ año	11624.34 kg/año
El tiempo máximo de recogida de materiales por máquina debe ser inferior a 11 [minutos]	10 minutos

Tabla 26 Cumplimiento con las especificaciones de diseño

Nota. Elaboración propia

2.7.4 Análisis costo - beneficio

Una vez obtenida las dos opciones de diseño, se realizó un análisis del costo y a su vez del beneficio para cada una de ellas.

2.7.4.1 Propuesta 1

Se observa que en la propuesta 1 hay costos de movimientos de máquina de \$688.977,00 (tabla 27) costos de diseño de \$13.500,00 (tabla 28) con un costo total de \$702.477,00. A su vez, se tienen beneficios operacionales y de seguridad como se describen en la tabla 29.

COSTOS								
AREA	MOVIMIENTO DE MÁQUINA	MOVIMIENTO MECÁNICO [\\$]	MOVIMIENTO ELÉCTRICO [\\$]	MOVIMIENTO ELECTRÓNICO [\\$]	TUBERÍAS DE PRODUCTO [\\$]	MOVIMIENTO DE TUBERÍAS DE AIRE [\\$]	MOVIMIENTO DE TUBERÍA CIP [\\$]	TOTAL [\\$]
AREA DE ENVASADO	VOLPAK 1	3000	25000	5000	30000	NA	5000	68000
	VOLPAK 2	3000	25000	5000	30000	4000	5000	72000
	VOLPAK 3	3000	25000	5000	30000	NA	5000	68000
	EVI 1	2205	18382	3676	22058	NA	3676	49997
	EVI 2	2205	18382	3676	22058	NA	3676	49997
	LLENAFACIL	794	6617	1323	8000	NA	1323	18057
AREA DE MEZCLA	MÁQUINA SALSA 1/3	8889	73480	14616	88197	NA	14616	199798
	MÁQUINA SALSA 2	4080	NA	NA	NA	NA	NA	4080
	MÁQUINA SALSA 4	6616	55051	11610	66161	NA	11610	151048
	SISTEMA DE RACKS	8000	NA	NA	NA	NA	NA	8000
TOTAL								\$ 688.977,00

Tabla 27 Costos de movimiento de la propuesta 1

Nota. Elaboración propia

COSTOS DE DISEÑO	QYT	TOTAL
ABERTURA DE BOQUETES	2	\$ 3,000.00
CIERRE DE BOQUETES	1	\$ 3,000.00
SEÑALIZACIÓN DE PISO	1	\$ 7,500.00
TOTAL		\$ 13,500.00

Tabla 28 Costos de diseño de la propuesta 1

Nota. Elaboración propia

Beneficios operacionales		
Area de mezcla	Distancia máxima recorrida por operador	22,31 metros
	Tiempo de recolección máximo por operador	9,3 minutos
Area de envasado	Distancia máxima recorrida por operador	104,16 metros
	Tiempo de recolección máximo por operador	9,5 minutos
Beneficios de seguridad		
Reduce el riesgo de atropellamiento por parte del montacargas		
Reduce la congestión de personas para evitar riesgos de choque.		
Reubicación de productos que obstaculizan el paso.		

Tabla 29 Beneficios operacionales y de seguridad de la propuesta 1

Nota. Elaboración propia

2.7.4.2 Propuesta 2

Se observa que en la propuesta 2 hay costos de movimientos de máquina de \$502.926,00 (tabla 30) costos de diseño de \$15.000,00 (tabla 31) con un costo total de \$517.926,00. A su vez se tienen beneficios operacionales y de seguridad como se describe en la tabla 32.

COSTOS								
	MOVIMIENTO DE MÁQUINA	MOVIMIENTO MECÁNICO [\$]	MOVIMIENTO ELÉCTRICO [\$]	MOVIMIENTO ELECTRÓNICO [\$]	TUBERÍAS DE PRODUCTO [\$]	MOVIMIENTO DE TUBERÍAS DE AIRE [\$]	MOVIMIENTO DE TUBERÍA CIP [\$]	TOTAL [\$]
PACKAGING AREA	VOLPAK 2	3000	25000	5000	30000	4000	5000	72000
	VOLPAK 3	3000	25000	5000	30000	NA	5000	68000
MIXING AREA	MÁQUINA SALSA 1/3	8889	73480	14616	88197	NA	14616	199798
	MÁQUINA SALSA 2	4080	NA	NA	NA	NA	NA	4080
	MÁQUINA SALSA 4	6616	55051	11610	66161	NA	11610	151048
	SISTEMA DE RACKS	8000	NA	NA	NA	NA	NA	8000
TOTAL								\$ 502.926,00

Tabla 30 Costos de movimientos de la propuesta 2

Nota. Elaboración propia

COSTOS DE DISEÑO	CANT	COSTO [\$]
ABERTURA DE BOQUETES	3	\$ 4.500,00
CIERRE DE BOQUETES	2	\$ 3.000,00
SEÑALIZACIÓN DE PISO	1	\$ 7.500,00
TOTAL		\$ 15.000,00

Tabla 31 Costos de diseño de la propuesta 2

Nota. Elaboración propia

Beneficios operacionales		
Área de mezcla	Distancia máxima recorrida por operador	44,55 metros
	Tiempo de recolección máximo por operador	9,5 minutos
Área de envasado	Distancia máxima recorrida por operador	144,75 metros
	Tiempo de recolección máximo por operador	10 minutos
Beneficios de seguridad		
Reduce el riesgo de atropellamiento por parte del montacargas		
Reduce la congestión de personas para evitar riesgos de choque.		
Reubicación de productos que obstaculizan el paso.		

Tabla 32 Beneficios operacionales y de seguridad de la propuesta 2

Nota. Elaboración propia

2.7.5 Elección de la propuesta

Para la selección de la propuesta se analizaron los puntos de la cantidad de cambios que se realizarán en el área debido a que esto afecta significativamente a los costos de la empresa, la oportunidad de reducir el desperdicio que se genera al limpiar las tuberías y el costo de implementación de la propuesta, eligiendo a la propuesta número 2.

A continuación, se presenta una tabla 33 comparativa con las métricas sobre las que se decidió.

Parámetros	Propuesta 1	Propuesta 2
Número de movimientos de máquinas en el área	11	7
Kilogramos de salsa reducidos por año	10825.01	11624.34
Costos del desperdicio de salsa	\$ 547,778.65	\$ 546,578.84
Costos de inversión	\$ 702,477.00	\$ 517,926.00

Tabla 33 Tabla comparativa de las propuestas

Nota. Elaboración propia

2.7.6 Plan de prototipado

En esta sección se detallan las etapas que se siguieron para conseguir la propuesta seleccionada y simularla en el software Flexsim.

Herramientas	Etapa	Responsable	Inicio	Fin	Validacion	Costos involucrados
Excel	Definir batch por salsa a producir	Isaac Ramirez y Pamela Pacheco	1-julio	4-julio	Analista de materiales	\$ -
Excel	Recolectar la cantidad de materia prima que puede entrar por pallets	Isaac Ramirez y Pamela Pacheco	4-julio	8-julio	Analista de materiales	\$ -
Excel	Levantar los tiempos de picking	Isaac Ramirez y Pamela Pacheco	8-julio	9-julio	Supervisor de producción	\$ -
Excel	Identificar la cantidad de personas por cada área	Isaac Ramirez y Pamela Pacheco	9-julio	12-julio	Supervisor de producción	\$ -
Flexsim	Crear del prototipo	Isaac Ramirez y Pamela Pacheco	12-julio	24-julio	Supervisor de producción y Líder de excelencia en manufactura	\$ -
NA	Validar del prototipo	Isaac Ramirez y Pamela Pacheco	25-julio	30-julio	Supervisor de producción	\$ -
Flexsim	Ajustar el prototipo	Isaac Ramirez y Pamela Pacheco	30-julio	31-julio	Supervisor de producción	\$ -
NA	Aprobación del prototipo	Isaac Ramirez y Pamela Pacheco	1-Agosto	2-Agosto	Supervisor de producción y Líder de excelencia en manufactura	\$ -
Excel/ Flexsim /Power BI	Analizar los resultados	Isaac Ramirez y Pamela Pacheco	5-Agosto	19-Agosto	Supervisor de producción y Líder de excelencia en manufactura	\$ -

Tabla 34 Plan de prototipado

Nota. Elaboración propia

2.8 Simulación de la propuesta

Para esta sección se tomaron datos históricos del plan de producción, volumen de producción, velocidades de las máquinas y cantidad de personal por área, los cuales se usaron como datos que se ingresaron al software de simulación.

Se comenzó ingresando mediante la tabla 34 la cantidad de sacos de materia prima que entran por pallet con el objetivo de simular el área de bodega donde los operarios entrarán a recolectar los materiales necesarios por día.

	TYPE	DESTINY	QUANTITY	QUANTITY OF PALLET
PREMIXS1	A	/Queue3	40	2
CURCUMA	B	/Queue4	40	2
SEMILLA DE MOSTAZA	C	/Queue5	30	2
SAL	D	/Queue6	15	2
AZUCAR	E	/Queue7	24	2
PREMIX S2	F	/Queue8	40	2
YEMA DE HUEVO	G	/Queue9	27	2
ALMIDON NATURAL	H	/Queue10	30	2
PREMIX S3	I	/Queue11	40	2
COMINO	J	/Queue12	40	2
GLUTAMATO	K	/Queue13	40	2
PREMIX S4	L	/Queue14	40	2
PASTA	M	/Queue15	4	2

Tabla 35 Información del inventario en Flexsim

Nota. Elaboración propia

Posteriormente, se definió la cantidad de personas que trabajan para cada una de las máquinas con los tiempos de distribución de cada proceso de recolección. En el software existe una herramienta llamada flujo de proceso en el cual fue posible diagramar las actividades de recolección que realizaba cada operario para cada una de las salsas. En la figura 10 se observa los flujos correspondientes a la recolección que realiza cada operador para realizar un lote de producción. El proceso empieza con el movimiento de los operarios hacia el montacargas, luego acorde al plan de producción recolectan la materia prima necesaria para ubicarlas en los puntos destinados. Por último, acorde a la receta ingresan los sacos necesarios por lote.

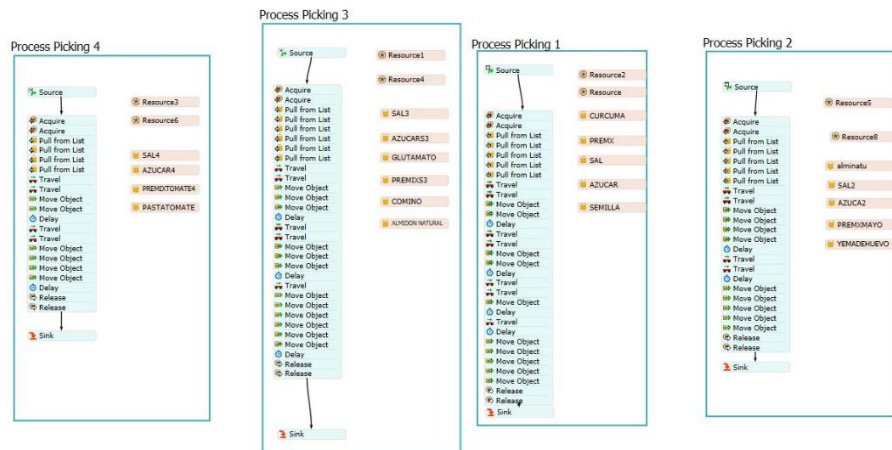


Figura 10 Flujo de procesos de recolección

Nota. Elaboración propia

En la figura 11 se observa las dos subáreas: el área de mezcla y empaque, que conforman el área de producción de salsas frías. Para el área de mezcla se destinaron 8 personas que operan las máquinas mezcladoras y para el área de envasado se destinaron 13 personas.

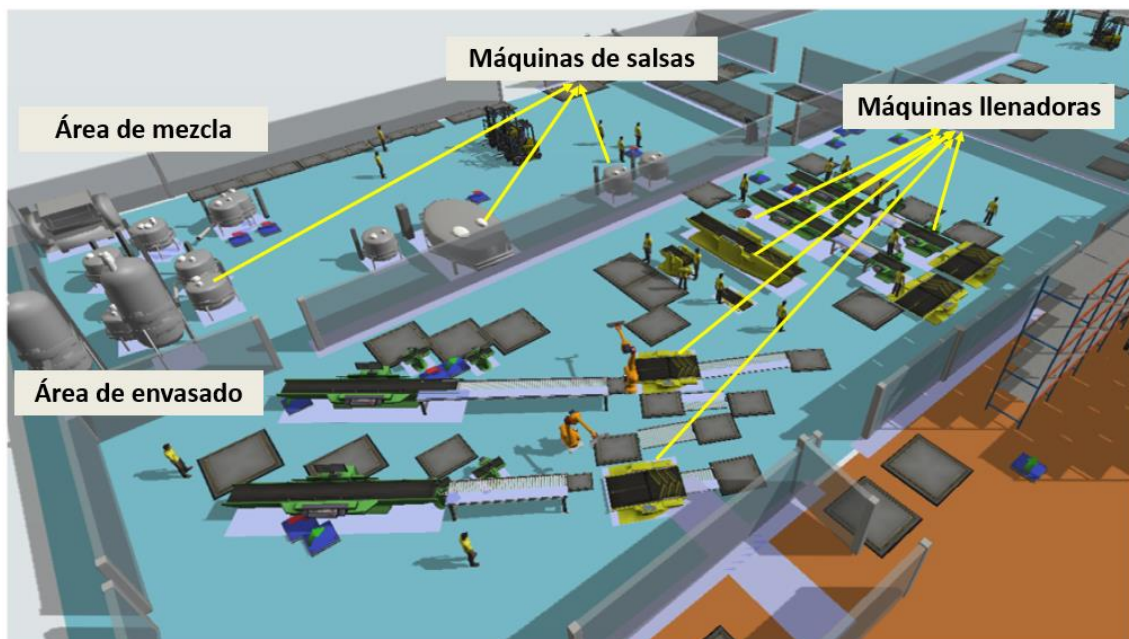


Figura 11 Simulación de la propuesta seleccionada

Nota. Elaboración propia

2.8.1 Validación del diseño simulado

Para validar el diseño de nuestra simulación del proceso de recolección de materia prima para el área de mezcla y envasado, se realizó una prueba T para analizar la información. La hipótesis nula en la prueba hace referencia a que las medias de los tiempos de recolección entre el tiempo actual y el simulado son iguales. Se aceptó la hipótesis nula con un valor de p mayor a 0.05, por lo que el proceso el proceso simulado fue adecuado.

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Tiempo de Picking (Mezcla)	15	9.040	0.789	0.20
Simulació Tiempo (Mezcla)	29	8.876	0.665	0.12

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
0.69	24	0.499

Figura 12 Prueba de diferencias de medias para el área de envasado

Nota. Elaboración propia

Estadísticas descriptivas				
Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Tiempo de Picking (envasado)	15	10.811	0.480	0.12
Simulación Picking (envasado)	15	10.877	0.460	0.12

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
-0.39	27	0.703

Figura 13 Prueba de diferencia de medias para el área de envasado

Nota. Elaboración propia

Así mismo, se validó las medias entre las distancias recorridas y las simuladas de ambas áreas. Se aceptó la hipótesis nula con un valor de p mayor a 0.05, por lo que el proceso el proceso simulado fue adecuado.

Estadísticas descriptivas				
Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Distancia de Picking (mezcla)	15	90.295	0.539	0.14
Simulación distancia (mezcla)	15	90.187	0.622	0.16

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
0.51	27	0.614

Figura 14 Prueba de diferencia de medias para el área de envasado

Nota. Elaboración propia

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Simulación Distancia (envasado)	25	216.561	0.730	0.15
Distancia Picking (envasado)	15	216.667	0.724	0.19

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
-0.45	29	0.657

Figura 15 Prueba de diferencia de medias para el área de envasado

Nota. Elaboración propia

2.8.2 Definición del número de réplicas.

Se realizó una prueba de potencia del 90%, con una diferencia de 0.5 minutos para los tiempos de recolección y 0.5 metros para las distancias recorridas y con un nivel de significancia para de 0.05. En la figura 16 y 17 se observa que para los tiempos de recolección del área de mezcla y envasado es necesario una muestra de 29 y 12 réplicas respectivamente. En la figura 18 y 19 se observa que para las distancias recorridas del área de mezcla y envasado es necesario una muestra de 15 y 25 respectivamente.

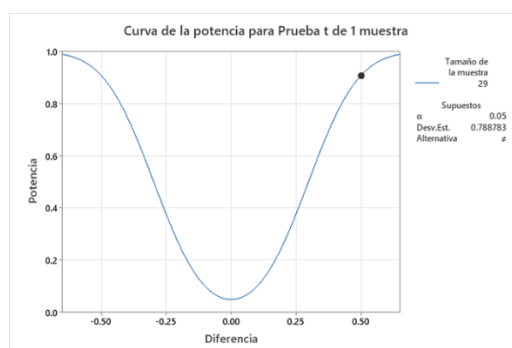


Figura 16 Prueba de potencia para el tiempo de recolección de materiales para el área de mezcla

Nota. Elaboración propia

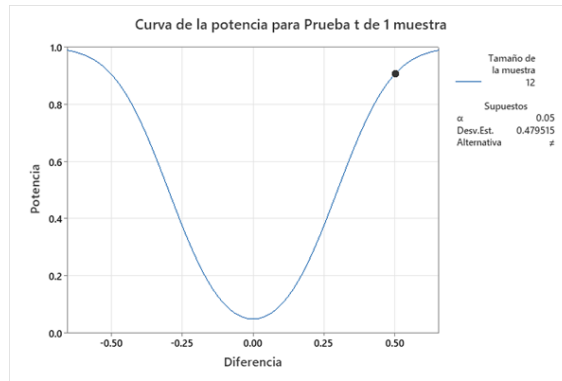


Figura 17 Prueba de potencia para el tiempo de recolección de materiales para el área de envasado

Nota. Elaboración propia

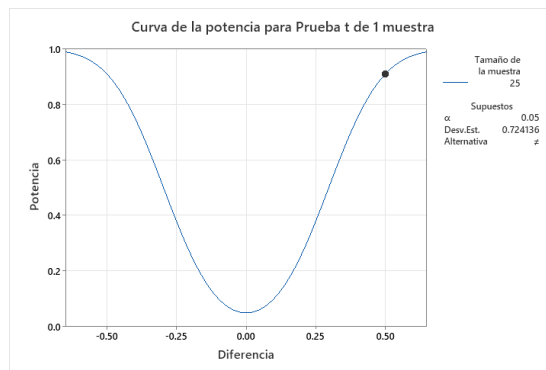


Figura 18 Prueba de potencia para las distancias recorridas en área de envasado

Nota. Elaboración propia

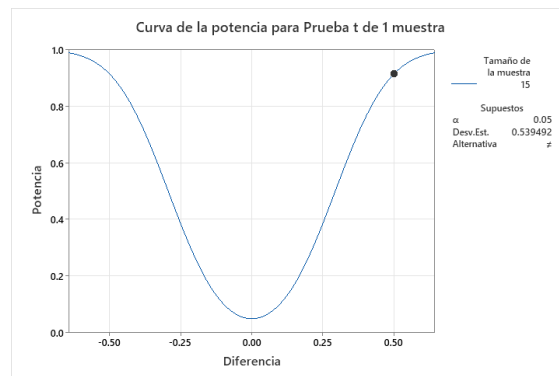


Figura 19 Prueba de potencia para las distancias recorridas en área de envasado

Nota. Elaboración propia

CAPITULO 3

3.1 Resultados de la simulación

A partir de la propuesta simulada, se obtuvieron las métricas de distancia recorrida de los operarios y el tiempo de recolección de materiales por cada una de las áreas.

3.1.1 Área de mezcla

En la figura 20 se observa que la distancia máxima promedio recorrida por operador para la cocción de un lote para cada una de las salsas fue de 44.55 metros.

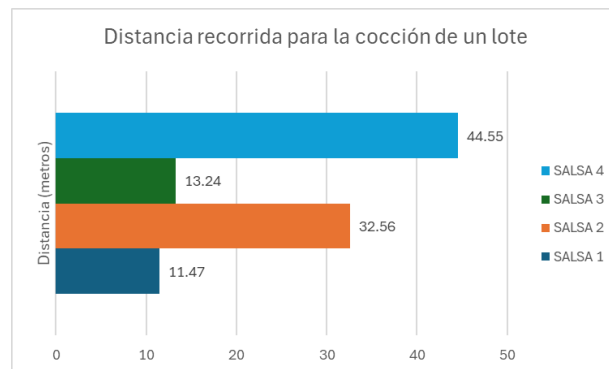


Figura 20 Distancia recorrida para la cocción de cada una de las salsas

Nota. Elaboración propia

Así mismo se observó en la figura 21 que el tiempo máximo promedio de recolección de materia prima para la cocción de cada una de las salsas fue de 9.5 minutos.

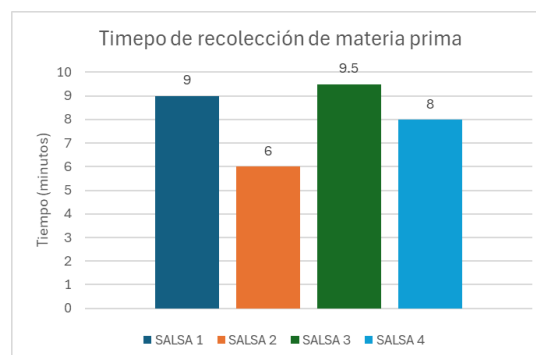


Figura 21 Tiempo de recolección de materiales de cada salsa

Nota. Elaboración propia

3.1.2 Área de envasado

En la figura 22 se observa que la distancia máxima promedio recorrida por operador para la cocción de un lote para cada una de las salsas fue de 144.75 metros.

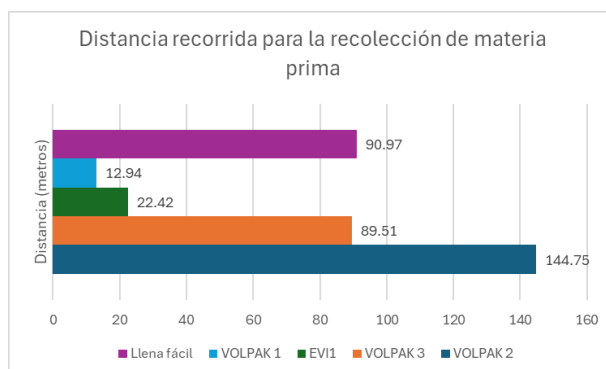


Figura 22 Distancia recorrida para la recolección de materia prima en el área de envasado

Nota. Elaboración propia

Así mismo, se observó en la figura 23 que el tiempo máximo promedio de recolección de materia prima para la cocción de cada una de las salsas fue de 10 minutos.

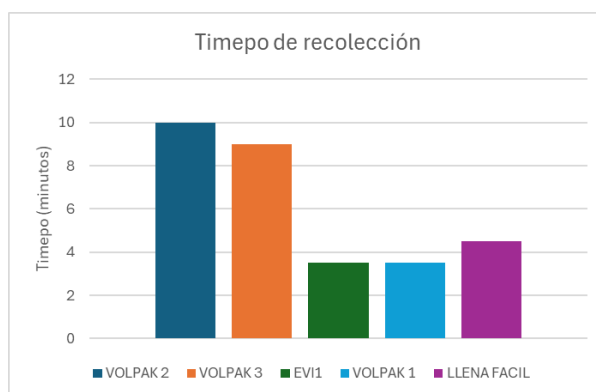


Figura 23 Tiempo de recolección de materiales de cada salsa

Nota. Elaboración propia

3.2 Triple resultado final

3.2.1 Pilar ambiental

En la figura 24 se observa los kilogramos desperdiciados en las tuberías por año. En la situación actual se desperdicia en promedio 927,644.57 kg/año mientras que en la propuesta es de 916,819.56 kg/ año, obteniendo como resultado una reducción de 11,624.33 kg/ año.

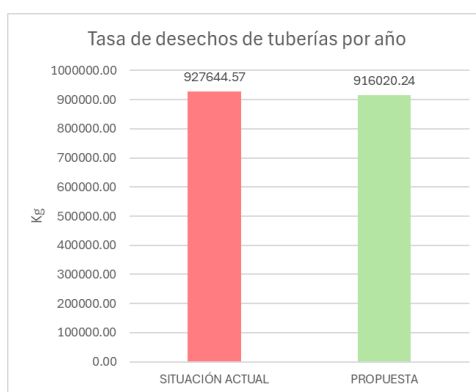


Figura 24 Kilogramos de desperdicio de salsa al año

Nota. Elaboración propia

3.2.2 Pilar económico

En la figura 25 se observa los costos del desperdicio de salsas. En la situación actual se observa un costo total de \$561,473.26, mientras que en la propuesta es de \$546,578.83. Obteniendo como resultado una reducción de \$14,894.42.

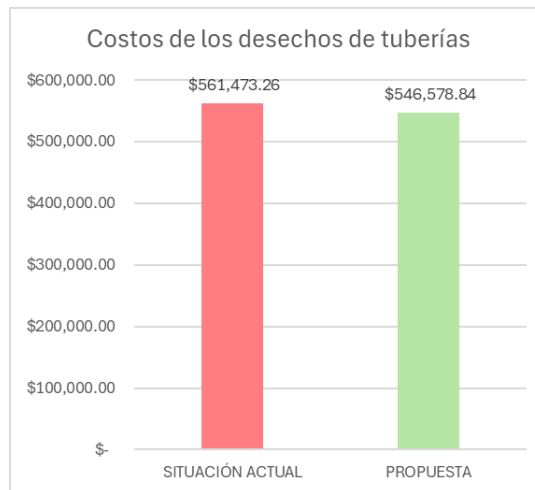


Figura 25 Costo del desperdicio de salsas

Nota. Elaboración propia

3.2.3 Pilar social

En la figura 26 se observa la distancia recorrida total de los operarios para realizar el proceso de recolección. En la situación actual se recorre 691.35 metros mientras que en la propuesta es de 462.41 metros, obteniendo como resultado una reducción de 228.94 metros.

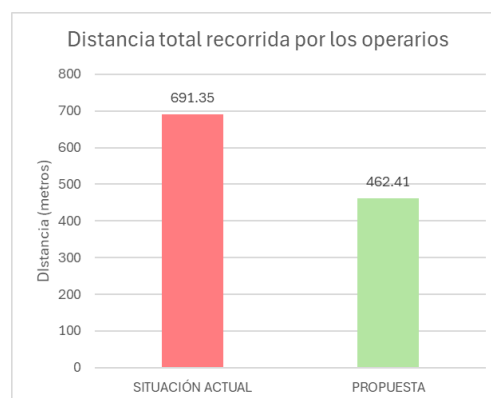


Figura 26 Distancia total recorrida por los operarios

Nota. Elaboración propia

CAPITULO 4

4.1 Conclusiones y Recomendaciones

4.1.1 Conclusiones

- Utilizando el diagrama de espaguetti se analizó el flujo de personas y materiales, por lo que se pudo identificar que existían zonas congestionadas, lo cual fue un insumo clave para lograr establecer rutas menos saturadas.
- A través de la herramienta Autocad, se levantaron diferentes alternativas que conllevaron a soluciones que se ajustaron con las especificaciones técnicas de diseño, logrando así reducir las distancias recorridas.
- Con la herramienta de Flexsim se simuló la opción seleccionada, validando de esta manera los resultados esperados que fueron propuestos mediante la herramienta Autocad.
- Con un análisis costo-beneficio se seleccionó aquella propuesta que generó mayores ventajas, atrayendo consigo grandes resultados con menores movimientos de máquinas.

4.1.2 Recomendaciones

- Se recomienda la incorporación de maquinaria más automatizada, específicamente robots AGV (vehículos guiados automáticamente) para reducir la cantidad de tareas del personal, lo que conlleva a eliminar las tareas de transportar: cajas, tapas, pallets, bobinas y sacos de ingredientes para mezclar las salsas.
- Expandir las áreas de bodega y producción en un 15% con el objetivo de tener mayor flexibilidad en la disposición de los equipos y materiales, facilitando la mejora del flujo de trabajo.

- Implementar un plan de producción optimizado que reduzca la frecuencia de cambios en el proceso de envasado. Esto permitirá consolidar las operaciones de lavado de tuberías, limitándolas a los fines de semana en lugar de realizarlas entre lunes y viernes. Con esta medida, se disminuirá la frecuencia de limpieza de 2 veces a la semana a 1 vez por semana.

Bibliografía

Company, A. (2024). Obtenido de Flexsim: <https://www.flexsim.com/>

Correa, F. G. (2007). Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) principales herramientas. *Panorama administrativo*, 14.

F. Robert Jacobs, Richard B. Chase. (2011). *Administración de Operaciones. Producción y cadena de suministros*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

New, D. (2023). Strategy: Design: Ensuring Quality Product By Quality Function Deployment. 7.

Pyzdek, Thomas and Keller, Paul E. (2014). *The Six Sigma Handbook*. New York: McGraw-Hill Education LLC. ISBN-10: 0071840532, ISBN13: 9780071840538.

Tompkins, White, Bozer, Tanchoco. (2010). *Facilities Planning*. Estados Unidos de América: JOHN WILEY & SONS, INC.