

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

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

Rediseño de una línea semi-industrial para la producción de botanas fritas de  
arroz

INGE-3025

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero en Alimentos**

Presentado por:

Giuliana Fiorella Barreno Vera

Angel Emilio Villacrés Madrid

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

## Dedicatoria

---

Dedico este proyecto, en primer lugar, a Dios, quien me dio la fortaleza para superar los momentos más difíciles y me guió en cada paso de este camino. A mis padres, quienes siempre me apoyaron incondicionalmente. A mi abuelo Angel, que partió de este mundo sin verme alcanzar este triunfo. A mi abuela Melania, quien se preocupó por mí y estuvo presente cuando más lo necesité. A mi enamorada Romina, por su paciencia y apoyo constante durante este proceso. A su familia, quienes me dieron la mano y me brindaron su cariño.

**Angel Villacrés Madrid**

## Dedicatoria

---

Dedico el presente trabajo a mi familia, por el apoyo, comprensión y acompañamiento brindado a lo largo de todo mi proceso de formación académica. Principalmente, dedico este trabajo a mi mamá, María Vera, por estar presente en cada momento y por motivarme a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles.

Finalmente, dedico este trabajo a mis amigos, por su compañía, apoyo, motivación y por hacer más llevadero este proceso con su amistad y buenos momentos.

**Giuliana Barreno**

## Agradecimientos

---

Agradezco profundamente a mis amigos Gabriel, Johnny y Elliam, quienes con su apoyo y amistad fueron parte fundamental de este camino.

Mi más sincero agradecimiento a cada uno de mis docentes, cuyos conocimientos y enseñanzas me ayudaron a crecer tanto en lo profesional como en lo personal. Asimismo, agradezco a mis primeros compañeros de trabajo por enseñarme, brindarme su confianza y demostrarme que soy capaz de lograr lo que me propongo.

**Angel Villacrés Madrid**

## Agradecimientos

---

Agradezco profundamente a mi familia por acompañarme en cada etapa de este camino, brindándome apoyo, comprensión y fortaleza. A mis profesores, por sus enseñanzas, paciencia y guía a lo largo de mi formación profesional. Finalmente, a mis amigos, por su apoyo académico y emocional, por ayudarme cuando lo necesité y por llenar este proceso de aprendizaje con risas y buenos momentos.

**Giuliana Barreno**

## Declaración Expresa

---

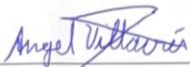
Nosotros, Angel Emilio Villacrés Madrid y Giuliana Fiorella Barreno Vera acordamos y reconocemos que:

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 nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

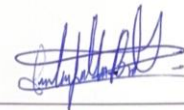
En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y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

Guayaquil, 20 de octubre del 2025.



Angel Emilio Villacrés

Madrid



Giuliana Fiorella Barreno

Vera

## **Evaluadores**

---

**Andrea Desiré Ortega Suasnavas, MSc.**

Profesor de Materia

---

**Tania Guzmán Armenteros, Ph.D.**

Tutor de proyecto

## **Resumen**

El presente proyecto tiene como objetivo rediseñar una línea semi-industrial para la producción de botanas fritas de arroz, con la finalidad de incrementar la capacidad productiva de 300 a 3000 fundas diarias de una empresa ecuatoriana en crecimiento. La redistribución de equipos y áreas se basó en la metodología SLP que permite incrementar la capacidad productiva, reducir costos operativos y optimizar el uso del espacio disponible. El desarrollo se llevó a cabo mediante el levantamiento de información basado en la herramienta Voz del Cliente (VOC), a través de entrevistas y visitas de campo, la selección de equipos adecuados, la elaboración de planos de distribución y la estimación económica del proyecto, todo esto considerando la normativa vigente de seguridad e inocuidad.

Se logró alcanzar la producción de 3000 fundas diarias en un único batch y se mostró una mejora en la continuidad del proceso que ayuda a la reducción de los tiempos improductivos. Adicionalmente, el análisis económico confirmó la viabilidad del proyecto arrojando indicadores favorables, con un VAN positivo, una TIR superior a la tasa de descuento y un período de recuperación de 15 meses. Se concluye que el rediseño propuesto es técnica y económicamente viable para el crecimiento de la empresa.

**Palabras Clave:** Planeación Sistemática de la Distribución, distribución en planta, eficiencia productiva, viabilidad económica.

## ***Abstract***

*The present project aims to redesign a semi-industrial production line for fried rice snacks, with the purpose of increasing the productive capacity from 300 to 3,000 bags per day of a growing Ecuadorian company. The redistribution of equipment and areas was based on the SLP methodology, which allows increasing productive capacity, reducing operating costs, and optimizing the use of the available space. The development was carried out through information gathering based on the Voice of the Customer (VOC) tool, through interviews and field visits, the selection of appropriate equipment, the preparation of layout plans, and the economic evaluation of the project, all of this considering the current safety and food safety regulations.*

*It was possible to achieve the production of 3,000 bags per day in a single batch, and an improvement in process continuity was demonstrated, contributing to the reduction of non-productive times. Additionally, the economic analysis confirmed the feasibility of the project, yielding favorable indicators, with a positive NPV, an IRR higher than the discount rate, and a payback period of 15 months. It is concluded that the proposed redesign is technically and economically viable for the growth of the company.*

***Keywords:*** *Systematic Layout Planning, plant layout, productive efficiency, economic feasibility.*

## Índice general

Índice general.....	iii
Abreviaturas.....	vii
Simbología.....	viii
Índice de figuras.....	ix
Índice de tablas.....	x
Capítulo 1.....	1
1. Introducción.....	2
1.1 Descripción del Problema.....	3
1.2 Justificación del Problema.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Marco teórico.....	5
1.4.1 Arroz ( <i>Oryza sativa</i> L.) y sus aplicaciones en la industria de alimentos ...	5
1.4.2 Características del producto.....	7
1.4.3 Tipos de distribución de planta.....	7
1.4.4 Planeación de la Distribución en Planta (SLP).....	9
Capítulo 2.....	1
2. Metodología.....	12
2.1 Levantamiento de información.....	12

2.2	Diagramas del proceso actual .....	13
2.2.1	Diagrama de flujo del proceso .....	13
2.2.2	Diagrama de recorrido sencillo .....	14
2.2.3	Diagrama de Gantt .....	15
2.3	Distribución física de la planta actual .....	15
2.3.1	Recorridos operativos del personal .....	16
2.3.2	Diseño de línea de producción actual .....	16
2.4	Propuesta del rediseño de la línea de producción .....	16
2.4.1	Equipos .....	16
2.4.2	Estimación de la capacidad de producción .....	17
2.4.3	Estimación de superficies .....	17
2.4.4	Tabla relacional de actividades .....	17
2.4.5	Distribución de áreas .....	19
2.4.6	Propuesta de rediseño .....	19
2.5	Estimación de inversión en el rediseño .....	19
2.5.1	Tipos de costos .....	19
2.5.2	Equipos y material .....	20
2.5.3	Punto de equilibrio .....	20
2.5.4	Proyección financiera .....	20
Capítulo 3	.....	12
3.	Resultados y análisis .....	23

3.1	Levantamiento de información .....	23
3.2	Diagramas del Proceso actual .....	24
3.2.1	Diagrama de flujo de proceso .....	24
3.2.2	Diagrama de recorrido sencillo.....	26
3.2.3	Diagrama de Gantt .....	28
3.3	Distribución física de la planta actual.....	29
3.3.1	Recorridos operativos del personal.....	29
3.3.2	Diseño de la línea de producción actual .....	30
3.4	Propuesta del rediseño de la línea de producción .....	33
3.4.1	Selección de equipos para la propuesta de rediseño .....	33
3.4.2	Estimación de la capacidad de producción del rediseño.....	36
3.4.3	Estimación de superficies .....	37
3.4.4	Tabla de relación de actividades .....	38
3.4.5	Distribución de áreas del rediseño .....	40
3.4.6	Propuesta de rediseño de la línea de producción .....	40
3.5	Estimación de costos para la línea de producción .....	44
3.5.1	Punto de equilibrio.....	46
3.5.2	Proyección financiera.....	46
Capítulo 4	.....	23
4.	Conclusiones y recomendaciones .....	49
4.1.1	Conclusiones .....	49

4.1.2	Recomendaciones .....	50
	Referencias.....	51
	Apéndice .....	53

## **Abreviaturas**

ARCSA	Agencia Nacional de Regulación Control y Vigilancia Sanitaria
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
INEN	Servicio Ecuatoriano de Normalización
ISO	Internacional Organization for Standardization
PE	Punto de Equilibrio
PRI	Periodo de recuperación de la inversión
SLP	Planeación Sistemática de la Distribución
TIR	Tasa Interna de Retorno
TRA	Tabla de Relación de Actividades
VAN	Valor Actual Neto

## Simbología

\$	Dólar
%	Porcentaje
cm	Centímetro
°C	Grados Celsius
g	Gramos
kg	Kilogramos
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
mm	Milímetro

## Índice de figuras

Figura 1 .....	8
Figura 2 .....	14
Figura 3 .....	15
Figura 4 .....	25
Figura 5 .....	27
Figura 6 .....	29
Figura 7 .....	32
Figura 8 .....	39
Figura 9 .....	40
Figura 10 .....	42
Figura 11 .....	43
Figura 12 .....	57
Figura 13 .....	61

## Índice de tablas

Tabla 1.....	13
Tabla 2.....	18
Tabla 3.....	18
Tabla 4.....	24
Tabla 5.....	28
Tabla 6.....	30
Tabla 7.....	34
Tabla 8.....	37
Tabla 9.....	38
Tabla 10.....	44
Tabla 11.....	45
Tabla 12.....	45
Tabla 13.....	45
Tabla 14.....	46
Tabla 15.....	47
Tabla 16.....	47
Tabla 17.....	53
Tabla 18.....	54
Tabla 19.....	58
Tabla 20.....	60

# Capítulo 1

## 1. Introducción

En Ecuador, el arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los productos agrícolas más significativos por su impacto económico y nutricional. En 2023 se cosecharon cerca de 343.050 hectáreas en el país. El 97,4% se concentró en Los Ríos, Manabí y Guayas, y esta última provincia aportó el 69,0% de la producción (INEC, 2024). Por otro lado, el sector de elaboración de alimentos genera una proporción relevante de empleo en Ecuador, con un promedio de 242.896 puestos, lo que representa el 55,7% de los empleos adecuados (SCE, 2023).

Durante la última década en el Ecuador, se ha dado un crecimiento gradual en el consumo de botanas debido a la demanda de productos listos para el consumo y con buenas características organolépticas (USDA, 2025). Esta tendencia ha fomentado el desarrollo de pequeñas y medianas empresas procesadoras de botanas que comercializan productos como chifles de verde, chifles de maduro, maíz tostado, papas fritas entre otros, las cuales buscan innovar y utilizar materia prima local, así como mejorar sus procesos productivos para competir en el mercado.

En la ciudad de Guayaquil, existe una empresa en crecimiento dedicada a la elaboración de botanas a base de arroz, que tiene la necesidad de incrementar su producción debido al aumento de la demanda de sus productos, por lo que su enfoque se centra en el rediseño integral de la línea de producción. Esta problemática, se alinea al perfil profesional de un ingeniero en alimentos ya que se relaciona con los criterios técnicos asociados al diseño de plantas alimentarias, así como a sistema de programación de la producción y al control de calidad e inocuidad del alimento.

El capítulo de Metodología se centra en el enfoque y los métodos aplicados para el rediseño de la línea, incluyendo la aplicación de la metodología Planeación Sistemática de la Distribución (SLP) y los criterios de distribución de espacios en empresas. El capítulo de Resultados y Análisis presenta diagramas de flujo del proceso, la propuesta del rediseño, la

distribución en planta y la evaluación económica del proyecto. Finalmente, en Conclusiones y Recomendaciones se presentan los hallazgos del trabajo, las ventajas del rediseño propuesto y las sugerencias para la implementación y futuras mejoras del proceso productivo.

## **1.1 Descripción del Problema**

Las pequeñas empresas de alimentos enfrentan desafíos significativos al intentar escalar su producción desde métodos artesanales hacia sistemas semi-industriales. La ausencia de un diseño formal en las líneas de producción y la dependencia de procesos manuales limitan la capacidad productiva, lo que dificulta la competitividad en el mercado.

La empresa objeto de estudio enfrenta esta problemática, actualmente produce 300 fundas diarias de 50 g, mientras que su objetivo es 3000 fundas por día. La brecha se explica por tres causas principales: ausencia de equipos industriales especializados para fritura, dependencia de procesos manuales, particularmente el empaclado, que pueden constituir cuellos de botella e inexistencia de un diseño formal de línea que optimice el flujo del proceso y el uso del espacio disponible (200 m<sup>2</sup>).

Actualmente, la incapacidad de satisfacer la demanda proyectada genera pérdidas de oportunidades comerciales y costos unitarios elevados, lo que afecta la competitividad de la empresa. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es rediseñar una línea de elaboración de botanas fritas de arroz a escala semi-industrial que permita alcanzar una capacidad operativa de 3000 fundas (150 kg por batch).

## **1.2 Justificación del Problema**

El crecimiento de la demanda de botanas en el mercado ecuatoriano ha generado oportunidades para pequeñas empresas de alimentos. Este comportamiento ha resultado en que empresas en expansión se planteen diseñar formalmente sus líneas de producción, con el

fin de transitar desde métodos artesanales hacia procesos semi-industriales y mitigar problemas como tiempos excesivos, flujos ineficientes y subutilización del espacio.

El rediseño de una línea semi-industrial de botanas de arroz permitirá incrementar la capacidad productiva de 300 a 3000 fundas diarias, para atender la demanda proyectada y mejorar la eficiencia operativa. El sistema actual, basado en equipos artesanales y operaciones manuales, eleva los costos unitarios y limita el crecimiento. Además, el rediseño contemplará espacio para equipamiento adicional que facilite la diversificación de productos y otorgue flexibilidad operativa, sin requerir reubicaciones mayores de la línea.

Entre metodologías de trabajo utilizadas en el rediseño de líneas de producción existe la metodología SLP, la cual ha sido documentada en pequeñas y medianas empresas de manufactura y procesamiento, donde se busca optimizar el uso del espacio y mejorar el flujo interno de sus procesos. En este contexto, Álvarez-Arias, De Ávila-Moore y Hurtado-Rivera (2022) aplicaron la metodología en una microempresa marroquinera en Colombia, logrando minimizar retrasos operativos, reducir recorridos y mejorar la productividad mediante una redistribución de la planta. Así mismo, Hanggara (2020) aplicó la metodología SLP en la empresa Big Boy Bakery (Indonesia), donde se identificaron distancias excesivas entre operaciones que generaban pérdida de tiempo y capacidad operativa instalada.

### **1.3 Objetivos**

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

Rediseñar una línea de producción de botanas fritas con grano de arroz mediante la metodología de Muther, para alcanzar una capacidad productiva de 3000 fundas diarias.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Analizar la situación actual de la línea de producción mediante la distribución de equipos, flujo del proceso y aprovechamiento de espacios en condiciones operativas vigentes.
- Proponer distribución de una línea de producción para una capacidad operativa de 150 kilogramos por batch.
- Estimar el presupuesto de inversión de la línea semi-industrial propuesta, considerando equipos y adecuaciones de infraestructura.

## **1.4 Marco teórico**

### **1.4.1 Arroz (*Oryza sativa L.*) y sus aplicaciones en la industria de alimentos**

El arroz (*Oryza sativa L.*) es el alimento principal para una gran parte de la población a nivel mundial. La inclusión del arroz como alimento tiene sus orígenes en el continente asiático, donde su domesticación ocurrió hace más de 5000 años. Se introdujo a Europa mediante las invasiones de aldeanos procedentes del Medio Oriente. Posteriormente llegó a América con los primeros pobladores y colonizadores europeos, donde logró establecerse y adquirir una relevancia comparable a la del maíz y el trigo en la dieta de la región (Peñañiel, 2022).

En el año 2020 la producción del arroz (*Oryza sativa L.*) a nivel mundial alcanzó un récord de 508.4 millones de toneladas, representando un incremento del 1.5% en comparación con el 2019. Este dato resalta a esta especie de arroz como un cultivo fundamental para la seguridad alimentaria global, debido a que es un alimento básico para las personas (FAO, 2021).

En Ecuador, el sector agrícola, históricamente es uno de los impulsores de la economía del país, las cosechas de arroz se ubican principalmente en las provincias del

Guayas y Los Ríos (Jima & Moran, 2017). En los últimos 10 años se ha promediado entre 350 a 450 mil hectáreas de cultivo de arroz, dando un equivalente de 2 millones de toneladas anuales (Zamudio, 2021).

En la industria arrocera ha cobrado relevancia la diversificación y el valor agregado, permitiendo una amplia variedad de productos fabricados con el grano de arroz. Además del tradicional arroz blanco que se vende, se han desarrollado nuevas alternativas con valor agregado que responden a las tendencias del mercado y a las necesidades de los consumidores, entre estos productos se incluyen harinas de arroz utilizadas en las industrias para la elaboración de galletas, pasteles y otros productos de panificación, a su vez, se han incorporado al mercado nacional cereales y mezclas de arroz con otros ingredientes que fomentan una alimentación más saludable y nutritiva (Reyes, 2024).

Un producto novedoso son los jugos de arroz sin azúcar agregada, esta bebida de origen vegetal no contiene lactosa, ni soja. Además, no cuenta conservantes ni colorantes artificiales, por lo que, lo hace una fuente zinc y fortificada con vitaminas A, C, D2, B2 y B12. Un vaso de la bebida representa el 16% de la dosis diaria recomendada de zinc, no contiene grasa y un aporte reducido en calorías (El Litoral, 2021).

Las industrias han ampliado su oferta hacia la producción de botanas y cereales listos para el consumo, como barras energéticas y aperitivos que provechen las propiedades funcionales del arroz. También ha tomado impulso la fabricación de derivados como el aceite de arroz, valorado tanto por sus beneficios nutricionales como por su versatilidad en la cocina. En conjunto, estos productos con valor agregado no solo amplían la oferta del mercado interno, sino que fortalecen las oportunidades de exportación, contribuyendo a la sostenibilidad y al crecimiento económico de la cadena productiva arrocera del país (Reyes, 2024).

### ***1.4.2 Características del producto***

La botana de arroz frito se distingue por sus características organolépticas, resultado de las transformaciones que experimenta el grano durante su procesamiento. La textura crujiente es uno de los atributos sensoriales más valorados por los consumidores, su poca cantidad de humedad ocasiona que se vuelva quebradizo permitiendo llegar al nivel deseado.

El color dorado característico del producto se desarrolla durante el proceso de fritura, siendo un indicador visual de calidad que influye en la aceptación del producto. Estas características sensoriales, junto al sabor y aroma desarrolladas durante todo el proceso de producción, definen la identidad de la botana.

### ***1.4.3 Tipos de distribución de planta***

La literatura reporta para el caso de la industria de alimentos, la implementación de al menos 5 tipos de sistemas de distribución en planta como: por posición fija, por producto, funcional, híbrida y de celular en U (García-Sabater, 2020).

#### **Distribución en planta por posición fija**

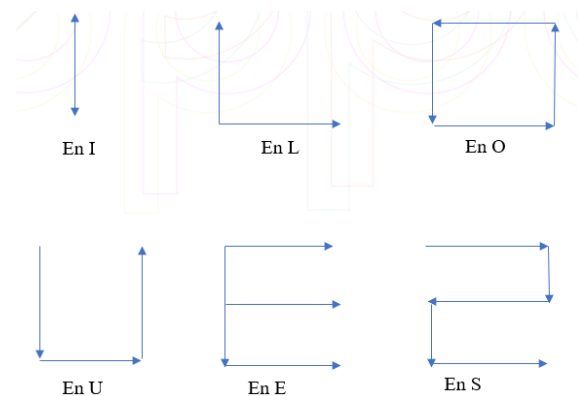
El producto que se va a fabricar permanece inmóvil en un lugar determinado, mientras que son los trabajadores y los materiales se desplazan hacia él para ejecutar las diferentes operaciones necesarias. Esta distribución es común cuando se producen artículos únicos o en cantidades muy pequeñas, con alta diversidad entre ellos. La distribución en planta por posición fija exige planificar con precisión como ingresará y saldrá el producto de la zona de montaje, además, permite establecer la secuencia adecuada que es necesaria para que el siguiente grupo de recursos entre a realizar su parte del proceso (García-Sabater, 2020).

## **Distribución en planta por producto**

Consiste en organizar los recursos de manera que el producto siga una ruta definida y predecible durante su proceso de transformación. Esta distribución se emplea típicamente cuando hay que producir grandes volúmenes con poca diversidad de productos. Las rutas pueden tomar diferentes configuraciones según lo que mejor se ajuste a las necesidades específicas de cada caso, existen distintas posiciones como la lineal, en L, U, O, E o S que se detallan en la figura 1, cada una adaptada a diferentes espacios y requerimientos operativos (García-Sabater, 2020).

### **Figura 1**

*Modos de organizar el flujo por producto*



*Nota.* Tomado en Distribución en Planta, García-Sabater (2020)

## **Distribución en planta funcional**

Se caracteriza por organizar los recursos en función de las tareas o actividades que realizan. En este tipo de distribución, los productos se desplazan de una sección funcional a otra conforme avanza el proceso. Suele emplearse cuando el volumen de producción es moderado y los productos, aunque diferentes entre sí, requieren los mismos equipos y recursos. Este tipo de estructura tiende a conformar áreas independientes o “silos”, donde cada uno se enfoca en cumplir sus propios objetivos y medir su desempeño según criterios internos de eficiencia. Sin embargo, este enfoque genera uno de los principales

inconvenientes de este tipo de distribución: una menor eficiencia en las operaciones y en el transporte de materiales, especialmente si se compara con las distribuciones orientadas al producto (García-Sabater, 2020).

### **Distribución en planta híbrida**

Todos los modelos de distribución en planta presentan aspectos positivos y negativos. Para minimizar las desventajas sin sacrificar beneficios, han surgido las distribuciones híbridas. En muchos casos son simplemente ajustes o adaptaciones que se realizan al sistema convencional. Pero es posible que las empresas puedan optar por implementar estrategias de diseño híbrido más elaboradas, siendo las “células” su expansión más características. Existen cuatro modalidades principales de distribución celular: fabricas enfocadas, células de fabricación, células de fabricación flexibles y células de montajes (García-Sabater, 2020).

### **Células en U**

Línea de ensamblaje compuesta por pocas estaciones de trabajo que se distribuyen formando una configuración cerrada, donde los puntos inicial y final quedan próximos entre sí. Los operarios se ubican en el interior de esta forma, mientras que el abastecimiento de materiales se realiza por el perímetro externo. Este sistema opera bajo un esquema de suministros con revisión periódica. Existe un tipo especial de las líneas en U que se denomina células “Chacku-Chaku”, estas son líneas donde el operario traslada el producto entre máquinas mientras estas ejecutan automáticamente sus operaciones de transformación (García-Sabater, 2020).

#### ***1.4.4 Planeación de la Distribución en Planta (SLP)***

La técnica SLP fue diseñada por Richard Muther para resolver problemas de distribución en planta mediante el uso de información del proceso, relaciones entre actividades y criterios cuantitativos, con el propósito de aumentar la eficiencia, mejorar el flujo y reducir costos. Se emplea cuando se requiere tomar decisiones sobre la disposición

física de áreas, equipos y operaciones. Antes de iniciar la planificación, se debe recopilar información detallada del proceso y del flujo de materiales, a fin de sustentar el diseño propuesto (Álvarez-Arias et al., 2022). Fases de la metodología SLP según Muther:

La metodología se resume en 4 fases. La primera fase corresponde a la localización, la cual consiste en determinar el área que se desea organizar, ya sea un espacio nuevo o la redistribución de un área existente, considerando las condiciones del entorno y las restricciones físicas y operativas presentes. Seguidamente, la fase 2 relacionada al planteamiento general, donde se dispone de la totalidad del área destinada al uso, por lo que se procede a identificar los sectores y los trayectos, de modo que la distribución general los integre y se defina el aspecto de cada zona principal. Posteriormente, la fase 3 relacionada con el planteamiento detallado, donde se establece la ubicación de cada uno de los elementos físicos, como maquinarias y equipos, dentro de las áreas previamente planificadas. Finalmente, la fase 4 relacionada a la etapa de instalación, donde se lleva a cabo la preparación de la implementación, la aprobación por parte de la dirección y el traslado necesario de las máquinas y equipos (Álvarez-Arias et al., 2022).

## **Capítulo 2**

## **2. Metodología.**

En el rediseño de la línea de producción de botanas de arroz frito, se utilizó la metodología SLP desarrollada por Muther. El proceso comenzó con el levantamiento de información del proceso productivo. La información obtenida, fue analizada para la elaboración del diagrama de proceso, diagrama de recorrido sencillo, diagrama de recorrido operativo y un análisis de productividad de línea para identificar cuellos de botella.

Posteriormente, se procedió a seleccionar etapas de procesos con demoras, para proponer equipos que aumenten sus capacidades operativas considerando limitaciones del espacio físico de la planta, con lo cual se realice una propuesta de rediseño empelando el software AutoCAD. Finalmente, se llevó a cabo un análisis económico que incluyó la estimación de costos de implementación, el cálculo de punto de equilibrio y la proyección temporal para determinar en qué período la inversión generaría rentabilidad.

### **2.1 Levantamiento de información**

El levantamiento de información se basó en el empleo de la herramienta de mejora continua Voz del cliente (VOC), con la finalidad de conocer las condiciones reales operativas de la línea de proceso, esto se lo realizó mediante entrevistas y visitas de campo a la planta, llegando a un consenso con el cliente de que el proyecto se centraría en todas las áreas de la planta. La tabla 1 detalla el formato utilizado, se compone de la queja del cliente, luego se extrae la idea principal a partir del problema, se indagan cuáles son las necesidades o aspiraciones del cliente y se establecen los límites de control.

**Tabla 1**

*Matriz VOC*

VOC	Problema clave	Necesidades	Indicador	Meta	Limites
-----	----------------	-------------	-----------	------	---------

## **2.2 Diagramas del proceso actual**

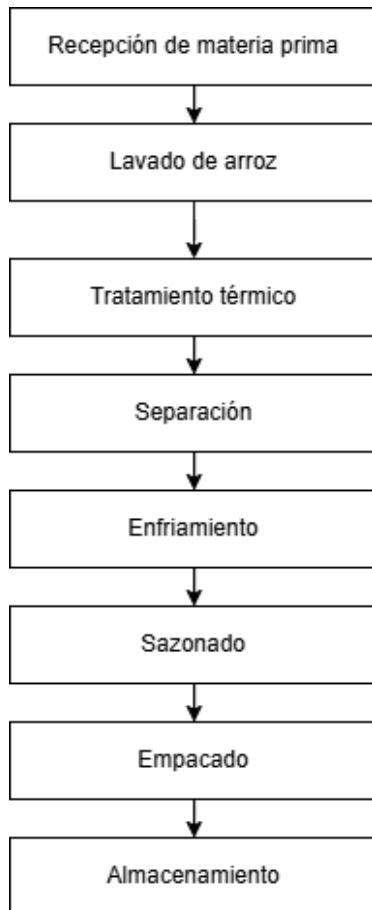
Las condiciones operativas del proceso actual se desarrollaron con el levantamiento de información in situ acorde al apartado 2.1, misma que fue representada en 3 esquemas: diagrama de flujo de proceso, diagrama de recorrido y diagrama de Gantt.

### **2.2.1 Diagrama de flujo del proceso**

De acuerdo con la información obtenida de la planta semi artesanal, el diagrama muestra la descripción del proceso operativo para los productos de botanas (Peñafield, 2022). En este diagrama se mostraron los parámetros del procesamiento en cuanto a temperatura y tiempo de las etapas como cocción y fritura. El diagrama ayudó a la identificación de los puntos de control del proceso. La figura 2 representa el flujo general del proceso, el cual sirvió como base para el desarrollo.

## Figura 2

*Diagrama general del proceso*











### 2.2.2 Diagrama de recorrido sencillo

El diagrama se definió en base a la secuencia del proceso de producción y estuvo compuesto por 5 tipos de acciones: operación, transporte, inspección, espera y almacenamiento, con el propósito de dar seguimiento al flujo del proceso (Franco Triviño & González Reyes, 2018). En la figura 3 se evidencia las simbologías utilizadas para cada acción, así como su respectiva codificación por color.

### Figura 3

#### *Símbolos estándar en la planificación*

Símbolos y acción en los diagramas de flujo*		Símbolos para identificar actividades y áreas		Blanco y negro	Identificación por color
○	Operación	○	Proceso o fabricación		Verde**
		○	Montaje		Rojo**
▽	Almacenamiento	▽	Actividades/áreas de almacén		Naranja Amarillo**
⇒	Transporte	⇒	Actividades/áreas de transporte		Naranja Amarillo**
□	Inspección	□	Áreas de control/inspección		Azul**
D	Espera	D	Áreas de espera		Naranja Amarillo**
		⌒	Áreas/actividades de servicios		Azul**
		⌒	Oficinas, administración		Marrón** (Gris)

Nota. Figura extraída de diseño de industrias agroalimentarias (Vanaclocha, 2005).

### 2.2.3 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt se elaboró con base en las fichas técnicas de los equipos y en la toma de tiempos in situ. Esto permitió comprender la gestión, planificación y visualización de las actividades necesarias para desarrollar el producto dentro una línea de tiempo. Su uso facilitó la identificación de las dependencias entre tareas y el orden en que deben ejecutarse. Asimismo, permitió determinar el número de operadores requeridos para alcanzar la producción diaria establecida (Buatista, 2023).

### 2.3 Distribución física de la planta actual

La distribución física de la planta actual se desarrolló a partir de la información correspondiente al proceso de producción y se abordó mediante distintos análisis, que incluyeron recorridos operativos del personal, los espacios y superficies, la distribución de los equipos y el aprovechamiento de los espacios bajo condiciones operativas actuales.

### ***2.3.1 Recorridos operativos del personal***

Se realizó a partir del recorrido de los materiales a lo largo de la línea de producción actual. Para ello se empleó el diagrama de espagueti, herramienta que permitió examinar el flujo real del producto y de los operarios, registrando las distancias recorridas durante la ejecución de cada actividad o proceso. Su aplicación tuvo como propósito identificar oportunidades de mejora en la distribución, considerando el desplazamiento del producto a través de toda la cadena de valor (Buatista, 2023).

### ***2.3.2 Diseño de línea de producción actual***

En la generación del plano actual de la empresa, se consideraron el recorrido del personal, que permitió identificar la distribución de las áreas de trabajo y la estimación de superficie ocupada en cada una de esas áreas con sus equipos a través de mediciones in situ dentro de la planta. Para tener una representación exacta del diseño se utilizó el software AutoCAD.

## **2.4 Propuesta del rediseño de la línea de producción**

En el contexto de la metodología SLP, la propuesta de rediseño se basó en el planteamiento de la adquisición de nuevos equipos, la estimación de capacidad de producción, estimación de superficies, tabla de relación de actividades, distribución de área por un método heurístico empelando la herramienta Corelap y la generación del rediseño con AutoCAD.

### ***2.4.1 Equipos***

La propuesta de adquisición de equipos se fundamentó en 4 criterios técnicos: reducción de tiempo de producción, adaptación a las condiciones de espacio disponible existente, capacidad operativa y el cumplimiento de normativas de calidad e inocuidad.

#### **2.4.2 Estimación de la capacidad de producción**

La capacidad de producción fue estimada a través de la herramienta de gestión de planificación: diagrama de Gantt. La herramienta permitió visualizar los tiempos de operación de todas las etapas del proceso y el balance de la línea de producción proyectada con los nuevos equipos propuestos en el apartado 2.4.1. Posteriormente, estos resultados fueron comparados con el proceso actual, con el fin de evidenciar las diferencias operativas y demostrar el incremento de la capacidad productiva a 3000 fundas diarias y la reducción de los tiempos de proceso.

#### **2.4.3 Estimación de superficies**

En la estimación del espacio requerido para cada área de trabajo, se realizó un análisis de superficies a través del método de Gerchett, el cual considera la superficie estática que corresponde a los espacios que ocupan los equipos e instalaciones, la superficie de gravitación asociada con el espacio requerido por el operador y el material, y la superficie de evolución destinada desplazamiento del personal, circulación y mantenimiento. La sumatoria de estas superficies permitió verificar la disponibilidad del área total.

#### **2.4.4 Tabla relacional de actividades**

El seguimiento de la metodología de Muther contempló la tabla de relación de actividades y utilizando el software Excel. Se enlistaron las etapas y áreas involucradas en la empresa para identificar las relaciones existentes, necesarias o inexistentes entre ellas. El diagrama permitió evaluar la proximidad requerida entre las actividades, considerando factores operativos, funcionales y flujo de materiales.

La valoración asignada a cada relación se registró utilizando una escala previamente definida, la cual se encuentra reflejada en la Tabla 2 y 3, la codificación facilitó a la

interpretación del nivel de compatibilidad y necesidad de cercanía entre las áreas, además, formó parte para el análisis de la distribución de planta.

**Tabla 2**

*Escala de valoración la Tabla relacional de actividades (TRA)*

<b>Código</b>	<b>Indica relación</b>	<b>Color asociado</b>
A	Absolutamente necesaria	Rojo
E	Especialmente importante	Amarillo
I	Importante	Verde
O	Ordinaria	Azul
U	Sin importancia	-
X	Rechazable	Marrón

*Nota.* Tabla extraída de diseño de industrias agroalimentarias (Vanaclocha, 2005).

**Tabla 3**

*Códigos con sus motivos para la tabla relacional de actividades (TRA)*

<b>Código</b>	<b>Motivo</b>
1	Proximidad en el proceso
2	Higiene
3	Control
4	Frío
5	Malos olores, ruidos
6	Seguridad del producto
7	Utilización de material común
8	Accesibilidad

*Nota.* Tabla extraída de diseño de industrias agroalimentarias (Vanaclocha, 2005).

#### **2.4.5 Distribución de áreas**

Con el propósito de obtener una perspectiva preliminar de la nueva distribución de la planta, se empleó la información de los apartados 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3, y 2.4.4, empleando la herramienta heurística Corelap (Márquez, 2016).

#### **2.4.6 Propuesta de rediseño**

Una vez obtenida la primera aproximación del apartado 2.4.5, se procedió a la elaboración del plano arquitectónico utilizando como principales insumos las estimaciones de superficies del apartado 2.4.3. Para representar el rediseño de la línea actual, se utilizó el software AutoCAD, lo que permitió obtener una perspectiva más clara y precisa de la nueva distribución que se necesita.

En la propuesta de rediseño, se consideraron las disposiciones emitidas por la Agencia Nacional de Regulación Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA), el Ministerio de Salud Pública y las ordenanzas municipales de Guayaquil, las cuales disponen las condiciones higiénico-sanitaria mínimas necesarias en la producción de un alimento.

### **2.5 Estimación de inversión en el rediseño**

La estimación del presupuesto de inversión de la línea semi-industrial propuesta se realizó considerando los costos de los equipos cotizados y las adecuaciones de infraestructura. Adicionalmente, para evaluar la viabilidad económica del rediseño, se incluyeron los costos operativos, fijos y variables para obtener una proyección financiera mediante indicadores como el VAN, la TIR y el PRI, a partir de los flujos de caja estimados.

#### **2.5.1 Tipos de costos**

- **Costos fijos:** Corresponden aquellos gastos que no dependen del nivel de producción, como los seguros, sueldos administrativos, servicios básicos, entre otros. Estos costos

están asociados a factores productivos de carácter permanente y se mantuvieron constantes en el producto final (Pincay et al., 2023).

- **Costos variables:** Incluyen los gastos que varían en función del nivel de producción, como la materia prima, los empaques y los suministros. Estos costos reflejan el comportamiento de los factores productivos que se ajustan según la cantidad producida (Pincay et al., 2023).
- **Costos operativos:** Gastos asociados directamente a la operación necesaria para desarrollar el producto, tales como la mano de obra, la materia prima, insumos, etc.

### **2.5.2 Equipos y material**

Se estimó la inversión inicial que se necesitaría para la adquisición de los equipos y el material de construcción necesario para el rediseño de la línea de producción.

### **2.5.3 Punto de equilibrio**

Se determinó el punto de equilibrio con el fin de establecer la cantidad de unidades que debían venderse para cubrir la totalidad de los costos fijos y variables. Para este cálculo se empleó la ecuación 1.

$$PE = \frac{\text{Costo Fijo}}{PVP - \text{Costo variable unitario}} \quad (1)$$

### **2.5.4 Proyección financiera**

Se desarrolló la proyección financiera para evaluar la viabilidad económica del rediseño propuesto. El análisis se centró en la inversión inicial necesaria para la adquisición de equipos, los costos y los ingresos proyectados por el crecimiento de la producción. Se analizó la rentabilidad en base a la tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN) mediante el uso del software Excel y el período de Recuperación de la Inversión (PRI)

usando la ecuación 2. Lo que permitió establecer el tiempo necesario para que el proyecto recuperara la inversión total y comenzara a genera utilidades para la empresa.

$$PRI = \frac{\textit{Inversión inicial}}{\textit{Flujo de caja}} \quad (2)$$

## **Capítulo 3**

### **3. Resultados y análisis**

El presente capítulo detalla los resultados de los apartados de la metodología para establecer la propuesta del rediseño de la línea semi-industrial. Inicialmente se abordan todos los aspectos que permiten analizar la situación actual operativa de la empresa.

Posteriormente, se evalúa una propuesta de rediseño que permita alcanzar el objetivo de producción de 3000 unidades por batch. Finalmente, se realiza una estimación y análisis de costos del rediseño propuesto.

#### **3.1 Levantamiento de información**

El cliente manifestó que la capacidad operativa actual no es suficiente para satisfacer la demanda diaria, lo cual se debe al uso de equipos y procesos manuales. Asimismo, señaló que durante la producción se generan cruces entre operarios debido a una distribución inadecuada de los equipos y las áreas de trabajo, lo que provoca demoras.

Los comentarios fueron sistematizados en la tabla 4 de Voz del Cliente (VOC), donde a las necesidades expresadas por el cliente se les otorgó indicadores cuantificables que permiten evaluar los resultados del rediseño propuesto. En el caso de la capacidad productiva y las actividades realizadas en el área de producción, se establecieron como indicadores el número de unidades terminadas que cumplen con los parámetros de calidad y el máximo de horas laborables por jornada respectivamente.

**Tabla 4***Matriz VOC*

VOC	Problema clave	Necesidades	Indicador	Meta	Limites
La línea de proceso no cumple los requerimientos de unidades demandados	Equipos y actividades manuales	Tecnificar etapas de proceso de manual a semiautomática.	Número de unidades terminadas que cumplen con los parámetros de calidad	3000 unidades diarias	Mínimo 2700 unidades diarias
Cruce de operarios en actividades de producción	Distribución de los equipos y áreas	Establecer una línea de producción fija y continua	Tiempo de producción	6 horas laborables	Máximo 8 horas laborables

Con lo relacionado al indicador “número de unidades producidas”, se estableció como límite mínimo permisible el 90% (2700 unidades) del objetivo de producción establecido por la empresa. En el contexto de las actividades operativas el rediseño debe de ser fijas y continuas con la capacidad de producción de 1 batch de 150 kg/día, considerando un aumento de la capacidad de producción del 50%.

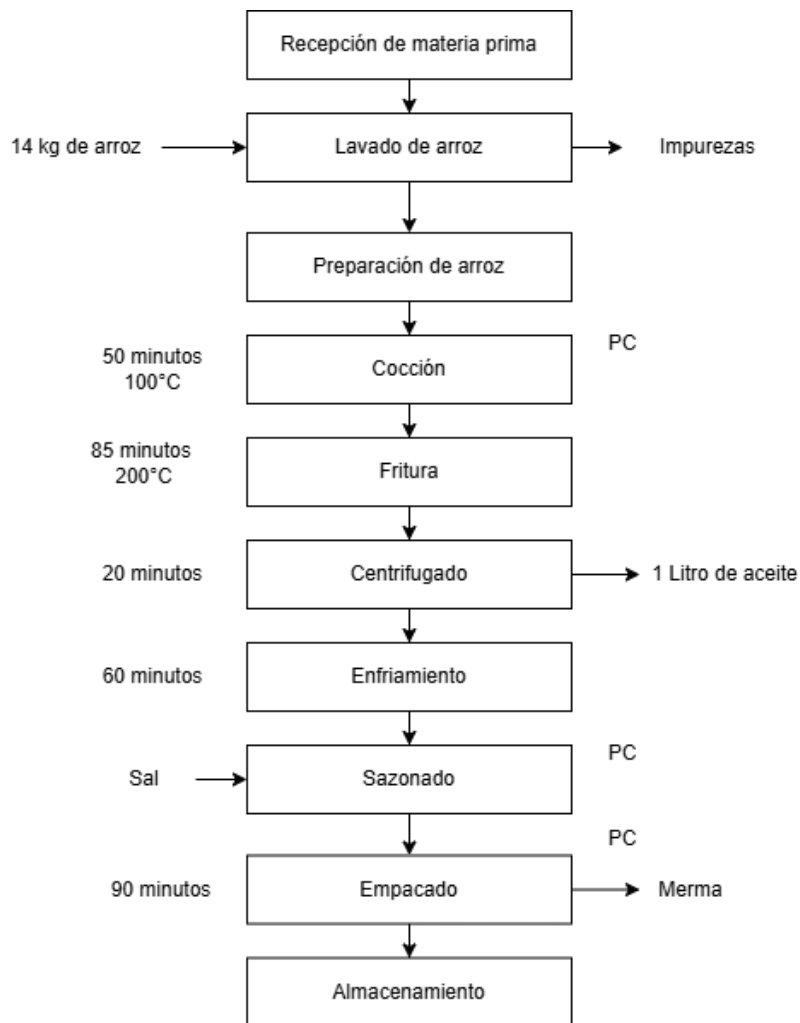
### 3.2 Diagramas del Proceso actual

#### 3.2.1 Diagrama de flujo de proceso

El proceso de la botana frita de arroz se detalla en la figura 4, donde se muestra cada una de las etapas de producción, el mismo consta de 10 etapas.

**Figura 4**

*Diagrama de procesos de elaboración de botana frita de arroz*



El proceso inició con la recepción de la materia prima y el pesaje de la cantidad de arroz requerida. Luego, el arroz fue lavado para eliminar impurezas, controlando el tiempo de lavado y el número de enjuagues. Posteriormente, se realizó la preparación previa a la cocción, en la que se consideraron variables como la relación agua/arroz y la capacidad del equipo. La cocción se efectuó durante 50 minutos a la temperatura establecida por la empresa para asegurar la textura deseada.

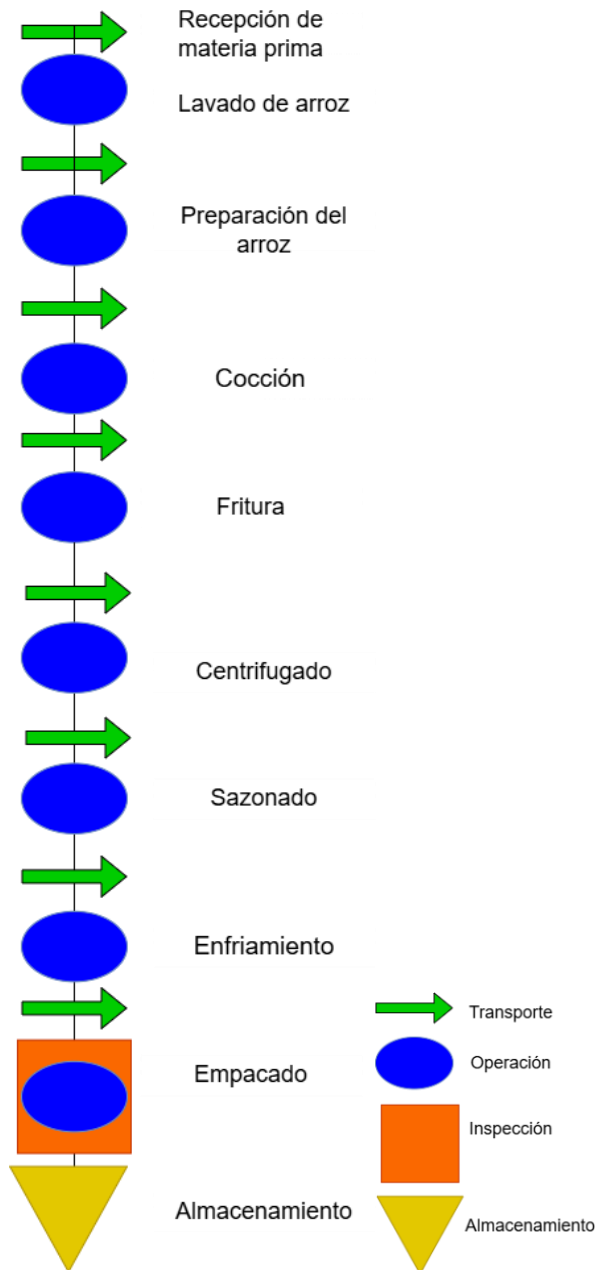
Una vez cocido, el producto pasó a la etapa de fritura considerando los tiempos y temperaturas adecuados. Tras esta operación, se empleó una centrífuga para retirar el exceso de aceite. El cocolón fue sazonado con sal y se dejó enfriar hasta alcanzar la temperatura ambiente evitando condensación dentro del empaque. Finalmente, el producto fue empacado en su presentación de 50 gramos y posteriormente almacenado.

### **3.2.2 *Diagrama de recorrido sencillo***

La figura 5 detalla un diagrama de recorrido sencillo donde se observan las acciones que se desarrollan durante la elaboración del producto. Acorde al diagrama se puede manifestar que para este proceso en particular se establecen 8 actividades de operación y transporte, 1 actividad de inspección y una actividad de almacenamiento. En este contexto, se puede demostrar que el proceso es manual basado en las acciones de transporte, adicionalmente y que existe la necesidad de migrar a un proceso semi automático que permita minimizar los tiempos de transporte.

**Figura 5**

*Diagrama de recorrido sencillo*



### 3.2.3 Diagrama de Gantt

La tabla 5 detalla los tiempos de producción correspondientes a los equipos que disponen en la línea de proceso. Las operaciones de cocción, fritura, enfriamiento y empacado representan los mayores tiempos de proceso, por lo que son considerados inicialmente como los cuellos de botella existentes que afectan el nivel de producción en condiciones actuales.

**Tabla 5**

*Tiempos de producción y capacidad de equipos del proceso actual*

<b>Operación</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Operario #</b>	<b>Equipos</b>	<b>Capacidades Instalada</b>
Lavado de arroz	10	Operario 1	Lavabo	-
Preparación del arroz	35	Operario 1 y 2	Mesa de trabajo	-
Cocción	50	-	Vaporeras 1 & 2	24 kg
Fritura	85	Operario 1 y 2	Freidoras 1 & 2	2 kg
Centrifugado	20	Operario 1 y 2	Centrifuga	2 kg
Sazonado	10	Operario 2	Mesa de trabajo	-
Enfriamiento	60	-	Mesa de trabajo	-
Empacado	90	Operario 1 y 2	Mesa de trabajo	-

*Nota.* Las operaciones que no cuentan con un operario asignado se ejecutan de manera autónoma, sin intervención directa del personal

Con base en la información de la tabla 5, se elaboró el diagrama de Gantt correspondiente al proceso, mismo que se detalla el Apéndice B. El diagrama contempla los tiempos que se toman los operarios para cada una de las operaciones de la producción en un batch diario. El tiempo de ciclo estimado entre un lote de producción y otro para este proceso en condiciones actuales es de 240 min.

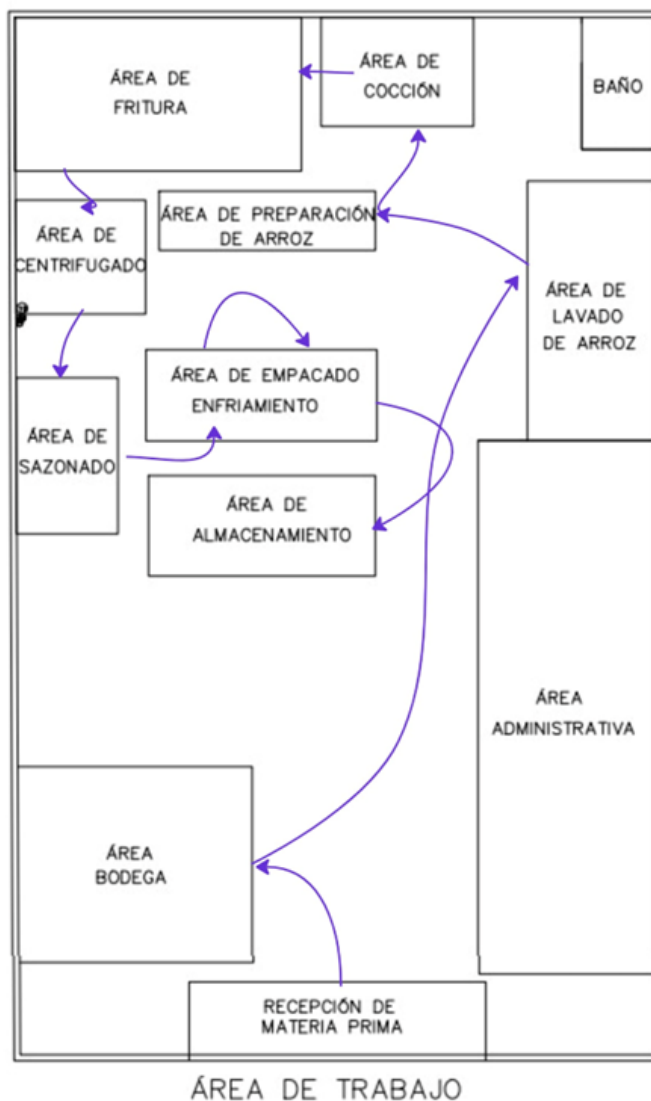
### 3.3 Distribución física de la planta actual

#### 3.3.1 Recorridos operativos del personal

La figura 6, detalla el diagrama de espagueti obtenido. Se puede visualizar el desplazamiento de los operarios durante el proceso a condiciones actuales.

**Figura 6**

*Diagrama de espagueti de la distribución actual*



En la gráfica, se aprecia que la distribución no mantiene una secuencia continua y que existen recorridos que atraviesan distintas zonas de trabajo, por ejemplo para trasladarnos del área de lavado al área de preparación un operario tiene que moverse a la mitad de la zona de

producción, así mismo, si un operario necesita trasladarse del área de sazonado al área de enfriamiento y empackado se da un retroceso en el recorrido, esto influye en la organización del espacio disponible y en la circulación dentro del área de producción.

### 3.3.2 *Diseño de la línea de producción actual*

La tabla 6 muestra las dimensiones recopiladas in situ en la línea de proceso actual. Esta información permitió obtener la distribución actual de la planta figura 7, mediante el empleo del software AutoCAD, donde se observa la ubicación de los equipos y la distribución de las distintas áreas dentro de la empresa.

**Tabla 6**

*Dimensiones de equipos en la línea de proceso actual*

<b>Equipo</b>	<b>Capacidad Instalada (kg/h)</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Superficie estática (m<sup>2</sup>)</b>
Vaporera 1	24	0,53	0,67	0,36
Vaporera 2	24	0,53	0,67	0,36
Freidora 1	6	0,66	2	1,32
Freidora 2	6	0,57	1,54	0,87
Centrifuga	20	0,8	1,04	0,83
Selladora manual	14	1.5	0,6	0,9

En el plano de la figura 7, se observa que las instalaciones no cuentan con paredes que delimiten las áreas de producción de las áreas administrativas o de bodega. El área de producción se ubica frente al espacio de almacenamiento de materia prima, y al no contar con paredes divisorias existe el riesgo de contaminación cruzada entre las actividades que se desarrollan entre ambas áreas. El área del baño se encuentra en los alrededores del área de producción, lo que interfiere con el flujo operativo y representa también un riesgo potencial de contaminación. Adicionalmente, fuera de esta área, se disponen los tanques de gas que son

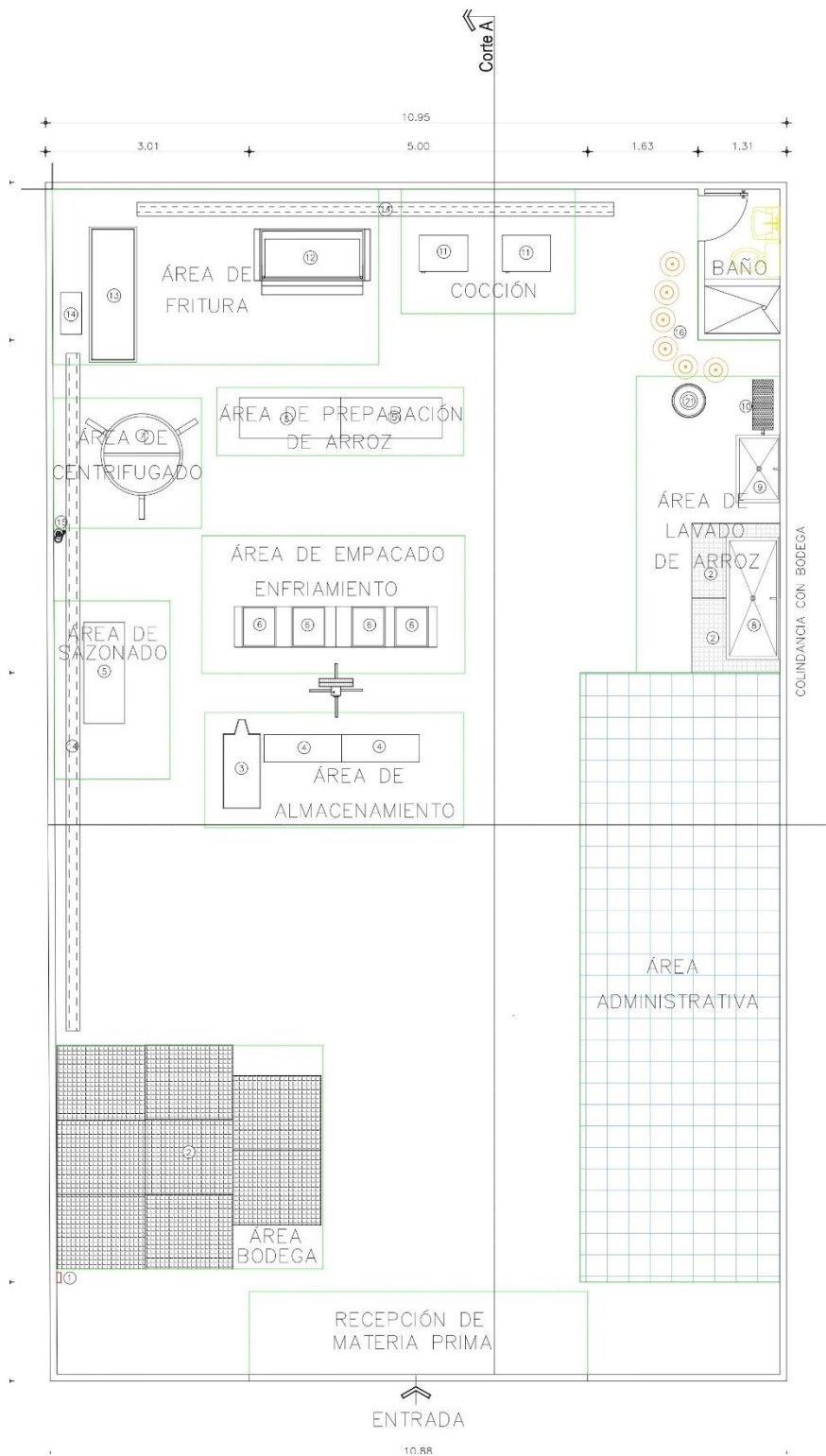
usados en el proceso de fritura, representando un peligro para la circulación segura de los operarios o personal, debido a la posibilidad de fugas de gas.

En función de las Buenas Prácticas de Manufactura, la organización de las áreas debe evitar la contaminación cruzada y garantizar la circulación segura del personal y del producto (ARCSA, 2022). De igual manera la metodología SLP, indica que la distribución de los equipos debe organizarse considerando la relación entre actividades y el flujo de materiales para minimizar recorridos y mejorar la continuidad del proceso (Vanaclocha, 2005).

En resumen, la empresa no aprovecha de manera eficiente los 200 m<sup>2</sup> disponibles, debido a que las distintas etapas del proceso se encuentran sin seguir una secuencia, lo que genera interferencia entre operaciones (Muther, 1973). La disposición actual de los equipos no responde criterios de orden ni de funcionalidad, lo que impide utilizar el espacio de forma eficiente (Vanaclocha, 2005).

**Figura 7**

*Plano de la distribución actual de la planta*



*Nota.* Elaborado con el software AutoCAD

### **3.4 Propuesta del rediseño de la línea de producción**

En el rediseño de la línea de producción se contempla el procesamiento de un batch de 150 kg de arroz diarios. Para gestionar los cuellos de botella y a su vez reducir el transporte innecesario del producto entre distintas etapas del proceso se requiere incorporar nuevos equipos de carácter semi-industrial o industrial.

Con la propuesta se considerará el cumplimiento de las normativas establecidas por el ARCSA, Municipio de Guayaquil y el Cuerpo de bomberos, garantizando que la empresa opere de una forma segura. De esta forma, en un futuro que se decida obtener certificaciones internacionales no se presenten inconvenientes relacionados con la infraestructura o la calidad de los equipos.

#### ***3.4.1 Selección de equipos para la propuesta de rediseño***

Los equipos requeridos se detallan en la tabla 7, estos fueron cotizados con la empresa CMIT, ubicada en la ciudad de Guayaquil, la cual ofrece garantía, fiabilidad y servicio de mantenimiento por un periodo de un año.

Los equipos propuestos corresponden a maquinaria semi-industrial e industrial, con capacidad para producir más de 3000 unidades de botana frita de arroz por jornada. La implementación generará un ajuste en el diagrama de procesos (Ver Apéndice C), reemplazando el área de enfriamiento por un área de preenfriamiento y a su vez añadiendo dentro de la etapa de sazonado un enfriamiento final del producto.

En la etapa de cocción, las 2 vaporeras que se proponen tendrán la capacidad de producir 150 kg de arroz en 25 minutos mediante vapor de caldera, considerando que una vez cocido el arroz su peso se triplica, es decir, 150 kg iniciales se transforman en 450 kg. En este contexto, en la etapa de fritura al tener una capacidad de 100 kg de arroz cocido, serán necesarios 5 lotes de producción.




En la etapa de centrifugado se estima un tiempo 10 minutos por cada lote.






Posteriormente, el producto pasa a una criba, donde se realiza un preenfriamiento.

En la etapa de sazonado, el equipo seleccionado permite la incorporación la sal u otros saborizantes o condimentos de una manera homogénea. Finalmente, el producto mediante banda transportadora es dirigido hacia la empacadora que funciona con un compresor para poder sellar los empaques.

**Tabla 7**

*Equipos para la producción de la botana frita de arroz*

<b>Etapa</b>	<b>Equipo</b>	<b>Especificaciones técnicas</b>
Filtro sanitario		Dimensiones (Largo x ancho x alto): 2070 x 2390 x 3000 (mm) Material: Acero inoxidable 304 Estaciones: lavado de manos, desinfección de manos y calzado
Cocción	2 vaporeras 	Capacidad: 150 kg/h Presión de vapor: 0.4 Pa Rango de temperatura: 100°C Dimensiones (Largo x ancho x alto): 1200 x 1030 x 2050 (mm) Material: Acero inoxidable 304
Fritura	Freidora 	Capacidad de aceite: 500 L Capacidad de producción: 100 kg de arroz cocido Tiempo de fritura: 30 minutos Material: Acero inoxidable 304 Dimensiones (Largo x ancho x alto): 2100 x 1760 x 940 (mm) Calentamiento: Quemador a gas GLP

	<p><b>Termoregistrador</b></p> 	<p>Termoregistrador: Automatización con HDM/PLC          Función: monitorear temperatura</p>
Centrifugado	<p><b>Centrifuga</b></p> 	<p>Capacidad: 100 kg          Dimensiones (Largo x ancho x alto): 1300 x 1100 x 1350 (mm)          Potencia de deshidratación: 2 HP          Diámetro interior del tambor: 600mm          Profundidad: 400 mm          Material: acero inoxidable 304</p>
Preenfriamiento	<p><b>Criba vibratoria</b></p> 	<p>Dimensiones (Largo x ancho x alto): 200 x 850 x 950 (mm)          Material: Acero inoxidable 304</p>
Sazonado	<p><b>Máquina de sazonado de tambor</b></p> 	<p>Capacidad: 200 kg/h          Dimensiones (Largo x ancho x alto): 2500 x 800 x 850 (mm)          Diámetro tambor: 700 mm          Motor de transición: Motor de péndulo planetario          Material: Acero inoxidable 304</p>
Empacado	<p><b>Banda transportadora</b></p> 	<p>Dimensiones (Largo x ancho x alto): 200 x 850 x 950 (mm)          Material: Acero inoxidable 304</p>

Empacadora		<p>Dimensiones (Largo x ancho x alto): 630 x 580 x 2000 (mm) Rango de llenado: 15-20 Bags/min Tamaño de bolsa: Ancho 0 a 220 mm, largo 200 a 300 mm Material: Acero inoxidable 304</p>
Compresor		<p>Dimensiones (Largo x ancho x alto): 520 x 480 x 1100 (mm) Caudal: 392 L/min Presión máxima: 116 PSI – 8 barr Motor: 4,0 HP Voltaje: 220 V/60 Hz Tanque Aire: 120 Litros – 32 Gal</p>

### 3.4.2 Estimación de la capacidad de producción del rediseño

En la tabla 8 se detalla las capacidades y los tiempos estimados de proceso de cada equipo, considerando las condiciones de producción actual en una jornada de 6,5 horas que se muestran en el apartado 3.3.2 versus las condiciones de producción con los equipos propuestos en el apartado 3.4.1 en una jornada completa de 8 horas.

La línea actual presenta un tiempo total de proceso de 360 minutos en contraste, en la línea de producción propuesta se estima un tiempo total de proceso de 295 minutos. En este contexto, cabe acotar que, a diferencia de la línea actual, en la propuesta de rediseño es posible operar equipos de manera simultánea, como el preenfriador y sazoador, ya que, mientras el producto pasa por el proceso de preenfriamiento también va dirigido hacia el sazoador de forma continua y a su vez transferido a la empacadora.

**Tabla 8***Comparación de procesos*

<b>Línea actual</b>			<b>Línea propuesta</b>		
<b>Equipo</b>	<b>Capacidad/uso (kg)</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Equipo</b>	<b>Capacidad/uso (kg)</b>	<b>Tiempo</b>
Vaporera	24/14	60	Vaporera	75/75	25
Vaporera	24/0	-	Vaporera	75/75	25
Freidora	12/42	85	Freidora	100/450	135
Freidora	12/42				
Centrífuga	20/14	20	Centrífuga	100/150	50
Sazonador	-	10	Sazonador	200 /150	110
Enfriadora	-	60	Enfriadora	200/150	110
Selladora	300 fundas	90	Empacadora	3000 fundas	150
<b>Total</b>		<b>325</b>			<b>605</b>

En el Apéndice D se presenta el diagrama Gantt correspondiente a la propuesta de rediseño, el cual muestra la operación simultánea de los equipos a lo largo de la producción. Considerando los tiempos estimados para las etapas del proceso, el tiempo total obtenido permite aprovechar la jornada laboral disponible para la producción de un pequeño batch adicional, posibilitando superar la cantidad de unidades diarias solicitadas.

### **3.4.3 Estimación de superficies**

Acorde a la metodología descrita en el apartado 2.4.3 la tabla 9 detalla la estimación de las superficies estáticas de los 3 departamentos (almacenamiento, producción y administración) propuestos en el rediseño, estimando un área total requerida de 63.51 m<sup>2</sup>.

**Tabla 9***Superficie estática de las áreas de la empresa*

<b>Departamento</b>	<b>Actividad</b>	<b>Superficie estática (m<sup>2</sup>)</b>
Almacenamiento	Recepción y bodega de materia prima	4,68
Producción	Filtro sanitario	1,36
	Lavado de arroz	1,44
	Preparación de arroz	0,90
	Cocción	2,48
	Fritura	3,70
	Centrifugado	1,43
	Preenfriamiento	1,70
	Sazonado/enfriamiento	2,00
	Empacado	2,89
	Bodega de producto terminado	12,87
Administrativo	Administración	26,46
<b>Espacio estático total</b>		<b>63,58</b>

Las estimaciones de las superficies complementarias como lo son la de gravitación y la de evolución se detallan en el Apéndice E. La sumatoria de estas superficies junto a la estática representa las necesidades de espacio en el rediseño. En este contexto, el departamento de almacenamiento requiere un área de 10,78 m<sup>2</sup>, el de producción un área de 90,58 m<sup>2</sup> y la administrativa un área de 60,86 m<sup>2</sup>, dando un total ocupado de 162,22 m<sup>2</sup> de los 200 m<sup>2</sup> que tiene la empresa actualmente.

### **3.4.4 Tabla de relación de actividades**

En la figura 8 se presenta la tabla de relación de actividades, se decidió agrupar aquellas etapas que guardan relación entre sí como el área de lavado y preparación de arroz y

las etapas de cocción y fritura que corresponden a el área caliente. Así mismo, dentro del área administrativa se encontrará el área del baño.

La Tabla Relacional de Actividades permitió definir la disposición de las áreas del rediseño considerando criterios de seguridad, inocuidad y organización del flujo productivo. Mediante este análisis se descartaron configuraciones que representaban riesgos dentro del proceso, garantizando una separación adecuada entre áreas incompatibles, como la ubicación del área administrativa respecto a las zonas productivas. Además, se aseguró la continuidad del proceso mediante la asignación de relaciones de alta prioridad entre las operaciones consecutivas de la línea. Los resultados del TRA sirvieron como base para el desarrollo del *layout* propuesto.

**Figura 8**

*Tabla de relación de actividades*

Actividades											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Recepción y Bodega de MP	I 1	U 6								
2	Filtro sanitario	A 1	I 1	U 6	X 6						
3	Área de lavado y preparacion de arroz	A 1	I 1	X 6	X 6	U 6					
4	Área caliente	E 1	I 1	X 6	U 6	U 6	U 6	O 2			
5	Área de centrifugado	E 1	I 1	O 2	U 6	U 6	U 6	U 6	I 7	O 3	
6	Área de pre-enfriamiento	E 1	I 1	U 6	U 6	U 6	U 6	X 6	X 6		
7	Área de sazonado/enfriamiento	E 1	O 2	U 6	U 6	X 6	X 6				
8	Área de empacado	I 3	U 6	X 6	X 6						
9	Bodega de producto terminado	X 6	X 6								
10	Administrativo										

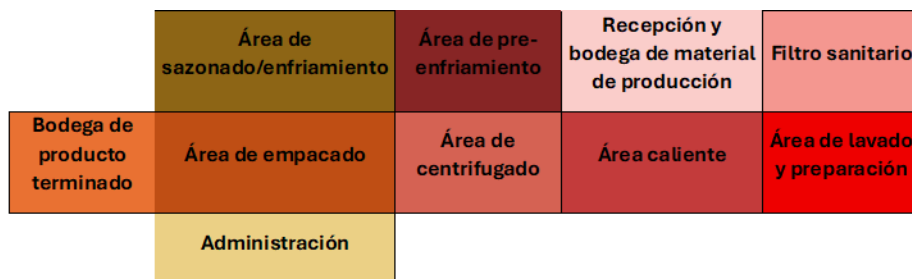
*Nota.* Elaborado con el software Corelap

### 3.4.5 Distribución de áreas del rediseño

La figura 9, muestra una propuesta de rediseño junto a sus actividades. La gráfica obtenida del uso de la herramienta Corelap, detalla la secuencia de las actividades que se desarrollan en la planta en la propuesta de rediseño lo que permitió evaluar y ajustar la distribución de las áreas de trabajo.

**Figura 9**

*Propuesta de distribución de áreas de trabajo*



*Nota.* Elaborado con el software Corelap

La propuesta de distribución obtenida permitió visualizar una primera organización de las áreas del proceso a partir de las relaciones definidas en la TRA. Esta organización mantiene la secuencia del proceso productivo y la separación entre áreas incompatibles, lo que ayuda al análisis de distintas alternativas de distribución. Sin embargo, esta propuesta no corresponde al diseño final, sino que sirvió como base para realizar ajustes posteriores considerando aspectos operativos y de circulación.

### 3.4.6 Propuesta de rediseño de la línea de producción

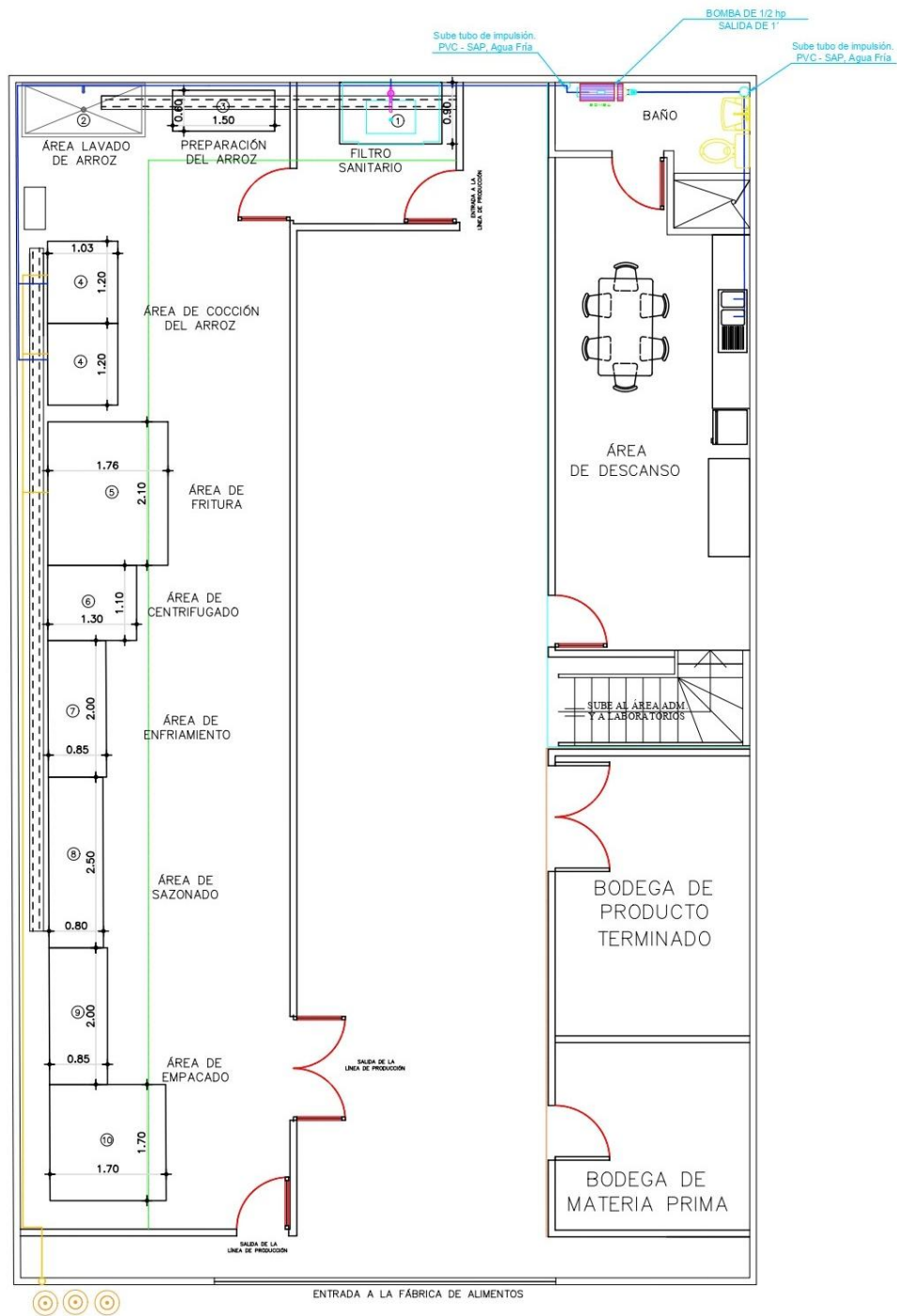
En la figura 10, se visualiza el plano diseñado, considerando como insumo apoyo la propuesta de la figura 9, para que la línea de producción cumpla con el objetivo de producir 3000 unidades de la botana frita de arroz por día en un solo batch.

El área administrativa se divide en dos pisos. En la planta baja se localizan el comedor, casilleros para los operarios y el baño, mientras que en la planta alta visible en la figura 11 se encuentra gerencia y laboratorios.

En comparación con el diseño anterior, el nuevo diseño incorpora separaciones entre los 3 departamentos y también incluye la incorporación de un filtro sanitario ubicado al inicio del proceso de producción. El área de producción cuenta con paredes desmontables dando la facilidad de correrlas si en un futuro se quieren agregar más equipos para nuevas líneas de producción. Adicionalmente, las bodegas cuentan con un sistema de ventilación, que permite una adecuada conservación tanto de la materia prima como del producto terminado. Debido a que la empresa opera en un galpón, se consideró la instalación de extractores de aire con el fin de mantener condiciones de temperatura ambiente en toda la planta. Como medida de seguridad los cilindros de gas se ubicarán en la parte exterior de la empresa y ya no adentro como está en el diseño actual.

**Figura 10**

*Vista general de la planta*

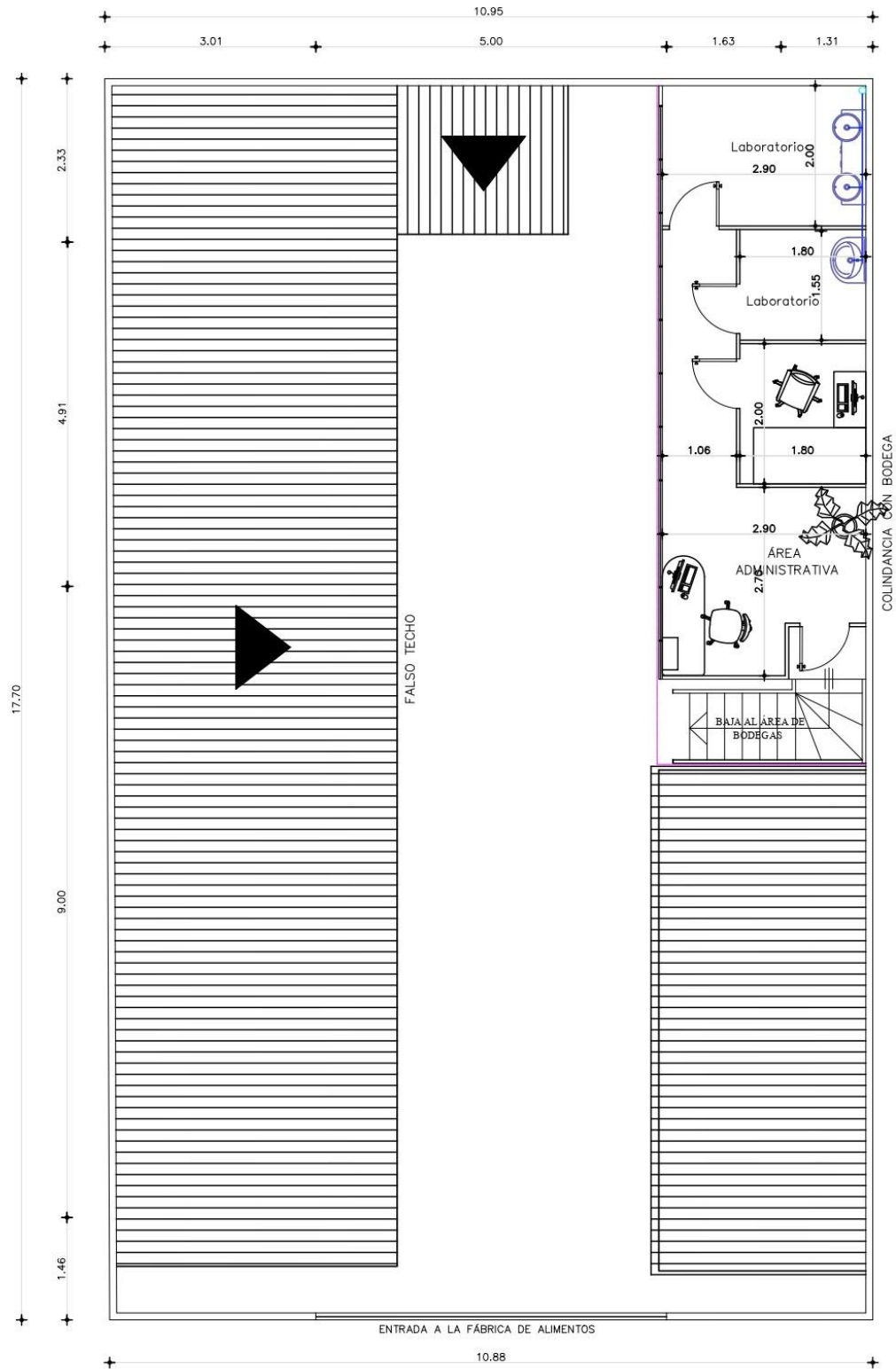


DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO

*Nota.* Elaborado con el software AutoCAD

**Figura 11**

*Vista del segundo piso del área administrativo*



*Nota.* Elaborado con el software AutoCAD

### 3.5 Estimación de costos para la línea de producción

En la estimación de los costos para el rediseño de la línea de producción se consideraron los siguientes rubros que son: gastos de inversión para equipos, la depreciación de los equipos, maquinarias y de remodelación, costos variables y costos fijos para una producción de 150 kg de arroz por batch, mismos que se detallan en las tablas 10, 11, 12, 13 respectivamente.

**Tabla 10**

*Costos estimados de Equipos y remodelación*

<b>Equipos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio Total</b>
Vaporera	2	\$12.839,00	\$25.678,00
Freidora	1	\$16.300,00	\$16.300,00
Automatización con HDM/PLC (termoregistrador)	1	\$5.300,00	\$5.300,00
Centrifuga	1	\$4.500,00	\$4.500,00
Criba vibratoria con estación de enfriamiento	1	\$6.750,80	\$6.750,80
Sazonador rotativo con estación de enfriamiento	1	\$9.951,20	\$9.951,20
Interconexión de banda transportadora	1	\$7.500,00	\$7.500,00
Empacadora	1	\$5000,00	\$5000,00
Compresor para empacadora	1	\$601,20	\$601,20
Filtro sanitario	1	\$1500,00	\$1500,00
Precio total de equipos			\$83.081,20
Precio total con IVA 15%			\$95.543,34

En el Apéndice F se muestra a detalle los costos de los materiales de construcción para la remodelación de la planta de producción. El total estimado para gastos de remodelación y construcción es de \$23.560,26, este costo incluye los materiales y mano de

obra. Por lo tanto, el total de gasto de inversión para el presente proyecto asciende a \$119.103,64.

**Tabla 11**

*Depreciación de equipos y remodelación en la línea de producción*

<b>Depreciación anual</b>	<b>Vida útil (años)</b>	<b>Costo depreciación</b>
Equipos	10	\$796,19
Remodelación	20	\$98,17
<b>Total</b>		<b>\$894,36</b>

**Tabla 12**

*Costos variables*

<b>Producto</b>	<b>Precio/unidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Usar/día</b>	<b>Costo/mes</b>	<b>Costo/unidad</b>
Arroz	\$0,45	kg	150	\$1.485,00	\$0,023
Sal	\$0,65	kg	1	\$14,30	\$0,000
Aceite	\$33,00	caneca	2,5	\$1.815,00	\$0,028
Empaque	\$0,02	kg	4,28	\$1,88	\$0,000
Total				\$4636,18	\$0,050

**Tabla 13**

*Costos Fijos*

<b>Variable</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo/mes</b>	<b>Costo anual</b>
Supervisor de producción	1	\$739,15	\$ 8.869,77
Jefe de planta	1	\$889,20	\$10.670,40
Operarios	3	\$1.583,89	\$19.006,65
Mantenimiento		\$312,73	\$3.752,74
Permisos		\$100,00	\$1.200,00
Contabilidad		\$120,00	\$1.440,00
Internet		\$30,00	\$360,00

Gas	\$1.320,00	\$15.840,00
Limpieza	\$100,00	\$1.200,00
Agua	\$0,00	\$0,00
Equipos de protección	\$110,00	\$1.320,00
Electricidad	\$52,72	\$632,63
Equipos	\$796,19	\$9.554,34
Remodelación	\$98,17	\$ 1.178,01
<b>Total</b>	<b>\$7.752,04</b>	<b>\$76.238,18</b>

### 3.5.1 Punto de equilibrio

En la tabla 14 se establecen los valores económicos considerados para la determinación del punto de equilibrio.

**Tabla 14**

*Parámetros utilizados para el cálculo del punto de equilibrio*

<b>Variable</b>	<b>Valor</b>
Precio de venta por unidad	\$0,25
Costos fijos mensual	\$7.752,04
Costo variable unitario	\$0,05

Para alcanzar el punto de equilibrio se deben comercializar 38.807,80 unidades al mes, obteniendo un valor de ventas de \$9.701,95. A partir de este nivel de ventas, el proyecto comienza a generar utilidades.

### 3.5.2 Proyección financiera

En el análisis de la rentabilidad del rediseño se obtuvieron los valores de TIR, VAN y PRI. El cálculo de estos valores se realizó utilizando los datos que se encuentran en la tabla 15. además, en la estimación se consideró una tasa de descuento del 10% y la proyección se realizó para un periodo de tiempo de 5 años.

**Tabla 15***Parámetros utilizados para el cálculo del TIR, VAN Y PRI.*

<b>Variable</b>	<b>Valor</b>
Unidades anuales	792.000
Inversión inicial	\$119.103,64
Ganancias anuales	\$94.273,61

En la tabla 16 se muestra que la TIR obtenida fue del 74 %, valor mucho mayor a la tasa de descuento considerada. Además, el elevado VAN obtenido de \$238.267.52 evidencia que el proyecto genera beneficios económicos superiores a la inversión realizada. Con estos resultados se refleja la alta rentabilidad del proyecto.

**Tabla 16***Tabla de flujo de caja en un periodo de 5 años*

<b>Año</b>	<b>Flujo de caja (USD)</b>	<b>Flujo de caja acumulado</b>
0	- 119,103.64	-
1	\$94.273,61	-24.830,03
2	\$94.273,61	69.443,58
3	\$94.273,61	163.717,19
4	\$94.273,61	257.990,81
5	\$94.273,61	352.264,42
TIR		74%
VAN		\$238.267,52
PRI		1,26 año = 15 meses

Adicionalmente, para una mejor visualización del comportamiento financiero del proyecto se calculó el Período de Recuperación de la Inversión (PRI). Se determinó que la inversión inicial se recupera en aproximadamente 15 meses.

## **Capítulo 4**

## 4. Conclusiones y recomendaciones

### 4.1.1 Conclusiones

- El análisis de la línea de producción actual permitió identificar deficiencias en el proceso de elaboración, en la calidad de los equipos y en el aprovechamiento ineficiente del espacio disponible. Estas condiciones generaban desplazamientos innecesarios, tiempos largos en cada etapa y tiempos no productivos.
- El rediseño de la línea de producción permite proponer una distribución en L, lo que permite agilizar el flujo del proceso y reducir los tiempos de operación, y así cumplir con la producción de un batch de 150 kg por jornada laboral.
- El rediseño propuesto cumple con las normativas del ARCSA, Municipio de Guayaquil y Cuerpo de Bomberos, garantizando una operación estable y controlada. Esto constituye una base sólida para el crecimiento de la empresa, facilitando su proyección hacia mercados más exigentes y su posible incursión en procesos de certificación y exportación en el futuro.
- El análisis financiero confirma la rentabilidad del rediseño propuesto, reflejada en un Valor Actual Neto (VAN) positivo de \$238.267.52 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 74%, valores que superan la tasa de descuento considerada del 10%. Adicionalmente, el Período de Recuperación de la Inversión (PRI) se estimó en aproximadamente 15 meses, evidenciando rápida recuperación del capital invertido. Estos indicadores confirman que el proyecto es económicamente viable y atractivo para su implementación en el corto plazo.

#### **4.1.2 Recomendaciones**

Tras culminar el desarrollo de la propuesta de rediseño de la línea semi-industrial para la producción de botanas fritas de arroz, se presentan las principales recomendaciones:

- Se recomienda hacer un análisis del desempeño de la línea de producción bajo diferentes escenarios de demanda, considerando variaciones en el volumen de producción dentro de una jornada laboral, esto permitiría evaluar el comportamiento operativo y la calidad de los equipos.
- Aplicar herramientas de manufactura esbelta durante el proceso de producción, para reducir los tiempos empleados por los operarios en sus actividades, minimizar desperdicios y mejorar la eficiencia de las operaciones manuales.
- Se recomienda realizar estudios complementarios sobre la evaluación de la demanda y la proyección de ventas, para respaldar la implementación del rediseño desde un enfoque comercial.
- Se recomienda considerar, a futuro, la implementación de nuevas líneas de producción, aprovechando el uso paredes desmontables en el área de proceso y el espacio disponible, que permiten adaptar el área ante un posible crecimiento de la empresa.

## Referencias

- Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA). (2022). Resolución ARCSA-DE-2022-016-ARKG. ARCSA.
- Álvarez-Arias, D., De Ávila-Moore, J., & Hurtado–Rivera, J. (2022). Aplicación de Metodología SLP para Redistribución de Planta en Micro Empresa Colombiana del Sector Marroquintero: Un Estudio de Caso. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 4.  
<https://doi.org/10.17981/bilo.4.1.2022.11>
- Bautista, M. (2023). Gerencia Organizacional Enfocada a Procesos de Ingeniería Civil : Desempeño de Organizaciones a Través de las Herramientas de Lean Construction, Diagrama de Gantt y Planificación Estratégica.
- Franco Triviño, I. E., & González Reyes, L. C. (2018). Rediseño de una línea de producción para una empresa procesadora de barra de cereales.
- Febriani, F., & Wurjaningrum, F. (2024). Systematic Layout Planning to Improve Facility Layout in Small and Medium Food Enterprise. *Southeast Asian Business Review*, 2(2), 111–117.  
<https://doi.org/10.20473/SABR.V2I2.60850>
- García-Sabater, J. P. (2020). Líneas de Producción. Nota Técnica.  
<http://hdl.handle.net/10251/138801>
- INEC. (2024). Encuesta de Superficies y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC).
- Jima, K. & Moran, G. (2017). Estudio de la comercialización del arroz en las provincias de Guayas y Los Ríos Informe . Guayaquil.
- Litoral, El. (2021). Jugos a base de arroz: un producto innovador pensando en las nuevas tendencias de alimentación.
- Liu, H., Liu, X., Lin, L., Islam, S. M. N., & Xu, Y. (2020). A study of the layout planning of plant facility based on the timed Petri net and systematic layout planning. *PLOS ONE*, 15(9), e0239685. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0239685>

Márquez, B. F. (2016). *DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA BASADA EN EL ALGORITMO CORELAP PARA LA OPTIMIZACIÓN DE DISTRIBUCIONES EN PLANTA*.

Muther, R. (1973). *Systematic layout planning* (2nd ed.). Cahners Books.

Peñañiel, M. (2022). *EVALUACIÓN BROMATOLÓGICA DE GALLETAS DE ARROZ INTEGRAL (Oryza sativa) CON ALGARROBO (Prosopis alba) Y GANDUL (Cajanus cajan) TITULACIÓN*. Universidad Agraria Del Ecuador.

Pincay, Y., Gutiérrez, J., Chichande, S. & Peso, W. Del. (2023). Costos operativos y rentabilidad de la Asociación “Asesagra” del cantón Jipijapa, periodo 2018-2021. *Polo del Conocimiento*, 8.

Reyes, W. (2024). *Tecnologías aplicadas para la elaboración de productos con valor agregado a partir de arroz (Oryza sativa L.)*. Universidad Técnica de Babahoyo.

SCE. (2023). *Expediente No. SCPM-IGT-INAC-3-2022*. [https://www.sce.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2023/10/Estudio-de-mercado-de-las-cadenas-agroalimentarias-del-Ecuador-SCPM-IGT-INAC-003-2022.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.sce.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2023/10/Estudio-de-mercado-de-las-cadenas-agroalimentarias-del-Ecuador-SCPM-IGT-INAC-003-2022.pdf?utm_source=chatgpt.com)

USDA. (2025). *Food Processing Ingredients Annual*.

Vanaclocha, A. (2005). *Diseño de Industrias Agroalimentarias, Tecnología de los Alimentos*.

Zamudio, W. (2021). *Análisis en el manejo, producción y su comercialización en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.), en Ecuador*. Universidad Técnica de Babahoyo.

## Apéndice

### Apéndice A

Tabla 17

*Descripción de las etapas de producción de las botanas fritas de arroz*

<b>Etapas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Recepción de materia prima</b>	Se recibe la materia prima, arroz y aceite, de diferentes proveedores.	El abastecimiento de la materia prima debe realizarse a través de proveedores debidamente calificados con estándares de calidad.
<b>Lavado de arroz</b>	Se realiza con el objetivo de eliminar cualquier material extraño o contaminante presente en el saco de arroz.	Se debe respetar el tiempo de lavado para evitar la pérdida excesiva de almidón y de nutrientes.
<b>Preparación del arroz</b>	Mezcla de todos los ingredientes para poder cocinar el arroz.	Se utilizan las bandejas que vienen incorporadas con el equipo de cocción.
<b>Cocción</b>	Se cocina el arroz en un tiempo específico.	No se debe exceder el tiempo establecido.
<b>Fritura</b>	El arroz cocinado se lo fríe en aceite de palma hasta obtener el color y textura característica.	La temperatura del aceite debe ser de 200°C para poder retirar la mayor cantidad de agua que tiene el arroz cocido en el menor tiempo.
<b>Centrifugado</b>	Una vez el arroz frito, se lo retira de la freidora e ingresa a la centrifuga para retirar los excedentes de aceite.	El tiempo de centrifugado para la cantidad inicial de arroz es de 10 minutos, el rendimiento es igual o mayor al 100%.
<b>Sazonado</b>	Se incorpora sal en base al peso del producto después del centrifugado.	La cantidad de sal es en base al peso del producto y al porcentaje que la empresa ha establecido.
<b>Enfriamiento</b>	Esta etapa tiene como objetivo reducir la temperatura para poder empacado a temperatura ambiente y evitar problemas de humedad dentro del empaque. El enfriamiento consiste en dejar reposar el producto en bandejas y colocar	El tiempo de espera para obtener la temperatura deseada es de 60 minutos.

	ventiladores para reducir la temperatura.	
<b>Empacado</b>	El proceso es manual, los operarios utilizan tazas y balanzas para introducir la cantidad exacta del producto.	Cada empaque es sellado con selladoras manuales y el tiempo de proceso para empacar 300 unidades es de 120 minutos.
<b>Almacenamiento</b>	El producto ya empacado se coloca en perchas a temperatura ambiente.	Las perchas están dentro del área de empaque.

## Apéndice B

**Tabla 18**

*Diagrama de Gantt del proceso actual*

Operación	ACTIVIDAD	5	10	15	20	25	30	35	40
1	Lavado del arroz								
2	Preparación del arroz								
3	cocción del arroz								
4	Fritura								
5	Centrifugado								
6	Sazonado								
7	Enfriamiento								
8	Empacado								
<b>Recursos humanos</b>	<b>OPERARIOS</b>								
1	OP 1	OP1	OP1	OP1	OP1	OP1	OP1	OP1	OP1
2	OP2			OP2	OP2	OP2	OP2	OP2	OP2

50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130

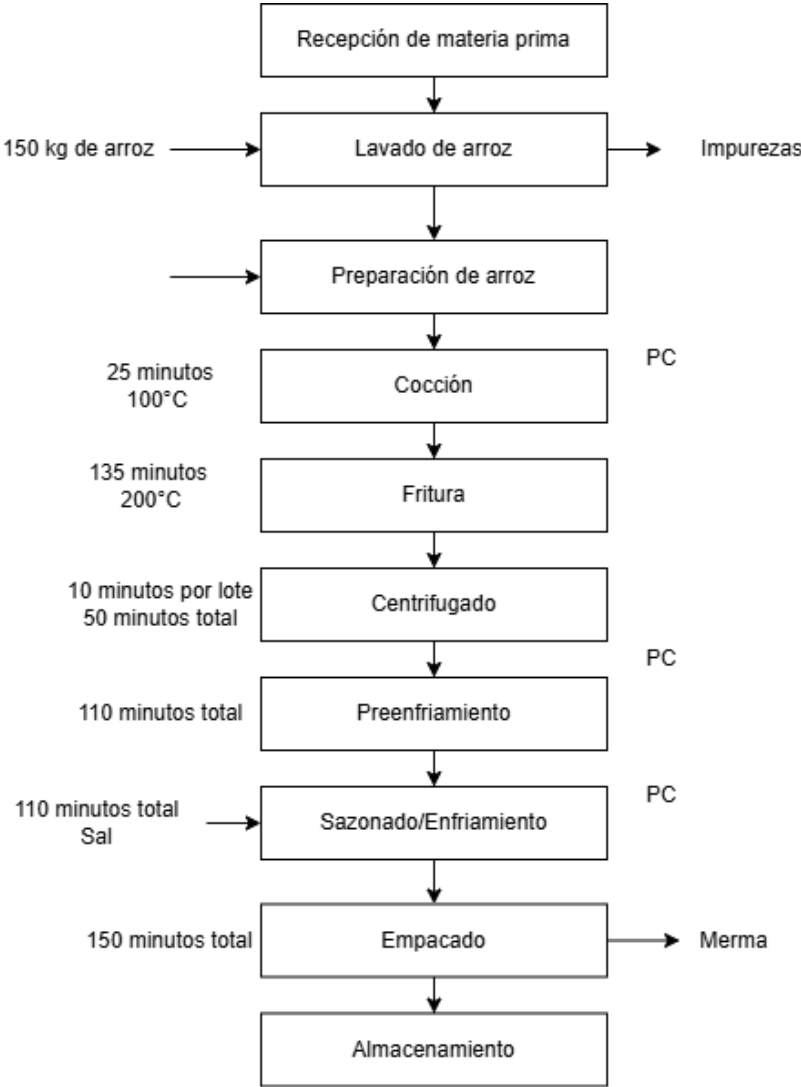




Apéndice C

Figura 12

Diagrama de procesos de la propuesta del rediseño



## Apéndice D

**Tabla 19**

*Diagrama de Gantt del proceso Nuevo*

Operaciones	ACTIVIDAD	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1	Lavado de arroz										
2	Preparación del arroz										
3	Cocción del arroz										
4	Fritura										
5	Centrifugado										
6	Preenfriamiento										
7	Sazonado/enfriamiento										
8	Empacado										
Recursos humanos	Operarios										
1	OP 1	OP1	OP1	OP1	OP1	OP1	OP1	OP1	OP1	OP1	OP1
2	OP 2			OP2	OP2	OP2	OP2	OP2	OP2	OP2	OP2
3	OP 3			OP3	OP3	OP3	OP3	OP3	OP3	OP3	OP3

55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
OP1	OP1	OP1	OP1	OP1	OP1	NO SE REQUIERE MANO DE OBRA					OP1	OP1	OP1	OP1
OP2	OP2	OP2	OP2	OP2	OP2	NO SE REQUIERE MANO DE OBRA					OP2	OP2	OP2	OP2
OP3	OP3	OP3	OP3	OP3	OP3	NO SE REQUIERE MANO DE OBRA					OP3	OP3	OP3	OP3



## Apéndice E

**Tabla 20**

*Necesidades de espacios*

Departamento	Actividad	Equipo	Ss (m2)	Sg (m2)	Se (m2)	Total (m2)	
Almacenamiento	Recepción y bodega de materia prima	Rack x3	4,68	4,68	1,40	10,76	
Producción	Filtro sanitario		1,35	1,35	0,41	3,11	
	Área lavado de arroz	Lavadero	1,44	1,44	0,43	3,31	
	Preparación del arroz	Mesa	0,9	0,90	0,27	2,07	
	Área caliente (cocción y fritura)	Vaporera 1		1,236	1,24	0,37	2,84
		Vaporera 2		1,236	1,24	0,37	2,84
		Freidora		3,696	7,39	1,66	12,75
	Área de centrifugado	Centrifuga	1,43	2,86	0,64	4,93	
	Preenfriamiento	Criba	1,7	3,40	0,77	5,87	
	Área de sazonado/enfriamiento	Sazonador	2	4,00	0,90	6,90	
	Área de empacado	Banda transportadora		1,7	3,40	0,77	5,87
		Empacadora		2,89	5,78	1,30	9,97
		Bodega de producto terminado	Palets x3	12,87	12,87	3,86	29,60
Administrativo	Administración		26,46	26,46	7,94	60,86	

