



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL

Rediseño de layout complementado con un proyecto de reconstrucción en la fábrica antigua de la empresa Productos Alimenticios Primor Limitada.

Trabajo de Título para el Grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería
y al Título de Ingeniero Civil Industrial

Genesis Laleska Acosta Castillo
Sofía Constanza Cabezas Monarde

Prof. Guía: María Angélica Gómez Espinoza

Noviembre, 2023

Agradecimientos y dedicatorias

Primero que todo agradecer la Vida a Dios, por permitirme obtener vivencias enriquecedoras y magníficas en mi experiencia universitaria.

Agradecer a Mamá y a Papá por el aprendizaje obtenido durante mi vida y durante este periodo.

Quisiera agradecer a mi amiga Brenda, a mi amigo Marshello y a mi eterna, Valeska, que siempre creyeron en mí incluso cuando ni yo tenía las fuerzas para creer en mí. Por la compañía, las risas, las aventuras y hoy por la linda amistad que aún conservo.

Además, quisiera agradecer a mi compañera de tesis Sofía Cabezas, quien iba a pensar que juntas lograríamos alcanzar el éxito en esta etapa, darte las gracias por la paciencia, la templanza y por las diferencias de opinión que nos hicieron replantearnos muchas veces si lo que estábamos haciendo iba en la línea correcta.

Quisiera agradecer a las personas especiales como a nuestra profesora guía María Angélica Gómez, profesor Luis Seccatore, profesora Lorena Órdenes, profesor Luis Escobar, profesor Esteban Sefair, entre otros que fueron fundamentales para no sólo aprender sus materias sino para aprender a desenvolvernos en la vida.

Mención especial para quien hoy es mi pareja y me ha visto crecer estos últimos años con amor, lealtad y muchísima paciencia. Gracias Carlos Alberto por levantarme en más de una caída y por sostenerme pese a las dificultades.

Finalmente, quiero agradecerme por aprovechar todas y cada de las oportunidades que la vida me puso por delante, por las noches desveladas, por los días agotadores y por las inalcanzables historias que puedo contar.

Me despido con esta frase:

“Aerodinámicamente el cuerpo de una abeja no está hecho para volar, lo bueno es que la abeja no lo sabe”

Genesis Laleska Acosta Castillo.

Doy gracias a Dios por la maravillosa familia que tengo, brindándonos salud y prosperidad.

Mi mayor agradecimiento y admiración es a mis padres, Rosa y Alejandro, y hermano Alejandro Ignacio. Siempre han sido mi fuente de contención y apoyo incondicional, envolviéndome con su inmenso amor en todos los aspectos de mi vida y las metas que me he propuesto. Todo lo que soy se debe a ustedes y los valores que me han inculcado. Los amo con todo mi corazón y les agradezco por confiar en mí, mis logros son los suyos. Por eso les dedico mi trabajo de título a ustedes con mucho amor, gracias por todo.

Agradecer también a mi linda familia y a mi abuelita que ahora está en el cielo, quienes siempre han tenido una palabra de aliento o un abrazo, los quiero mucho.

Quiero agradecer también a Jorge Ávila y a su familia por su apoyo y disposición en los que necesitamos, muchas gracias por la confianza.

A nuestra profesora guía María Angelica Gómez y al profesor Luis Seccatore por ayudarnos en este proceso con su experiencia, tiempo y cariño, así como también a los demás profesores de la carrera por proporcionarnos los conocimientos necesarios para llegar a este punto.

Agradecer también a mis amigas, por los momentos inolvidables, viajes y risas en estos años de amistad y estudio, hicieron que este periodo en otra ciudad fuera maravilloso. A Romi, mi gran compañera de vida y por estar siempre la una para la otra. Además, agradezco a cada persona que conocí en la carrera porque también aportaron con su granito de arena en este camino de aprendizaje y vivencias.

A Genesis Acosta mi compañera de tesis, por su compañía y apoyo en este último paso de la carrera.

Gracias a todos ustedes por formar parte de este proceso.

Sofía Constanza Cabezas Monarde.

Resumen

La empresa Productos Alimenticios Primor Ltda. realiza sus operaciones en Rancagua, VI región de Chile. Se dedican a la producción, envasado y comercialización de snacks como papas fritas, ramitas, suflés y maní en sus diferentes sabores. Cuenta con dos fábricas productivas, en la planta nueva sólo se producen papas fritas y en la planta antigua todos los productos.

El trabajo de título se realiza en las instalaciones de la fábrica antigua, la cual por sus años de producción presenta problemas para un tipo de empresa ligada al rubro alimenticio. Se observa una infraestructura inadecuada para efectos de limpieza de superficies, cruces en las líneas de producción, espacios productivos abiertos a la contaminación, entre otras. Debido a esto se determina la necesidad de un nuevo diseño de layout donde se utiliza el método SLP (Systematic Layout Planning) para entregar propuestas que resuelvan el problema, en conjunto de reconstruir la instalación en cuanto a recubrimientos y separación de espacios destinados a la producción. Mediante métodos de comparación se entrega la solución final la cual se evalúa económicamente para analizar la factibilidad del proyecto.

Palabras claves: Distribución en planta, layout, método SLP, método de distribución, HACCP.

Abstract

The company Productos Alimenticios Primor Ltda. operates in Rancagua, VI region of Chile. They are engaged in the production, packaging, and commercialization of snacks such as potato chips, ramitas, suflés, and peanuts in various flavors. It has two production facilities, where only potato chips are produced in the new plant, and in the old plant, all products are manufactured.

The thesis work is carried out at the facilities of the old factory, which, due to its years of production, presents problems for a company in the food industry. There is an inadequate infrastructure for surface cleaning, intersections in the production lines, and production spaces open to contamination, among other issues. Because of this, the need for a new layout design is determined, where the Systematic Layout Planning (SLP) method is used to propose solutions. This includes the reconstruction of the facility in terms of coatings and separation of spaces dedicated to production. Through comparison methods, the final solution is presented, which is then evaluated economically to analyze the feasibility of the project.

Key words: plant distribution, layout, SLP, distribution method, HACCP

Índice

Resumen.....	4
Abstract.....	5
Glosario.....	9
Lista de figuras.....	11
Lista de tablas.....	13
Introducción	14
1. Capítulo 1: La Empresa	15
1.1. Descripción de la empresa	15
1.1.1. Reseña histórica	15
1.1.2. Estructura organizacional.....	16
1.1.3. Productos de la empresa.....	18
1.1.4. Modelo de negocios	19
1.2. Antecedentes de la empresa	21
1.2.1. Distribución de fábricas	21
1.2.2. Condición actual de infraestructura en la fábrica.....	22
1.2.3. Descripción de los procesos productivos de la empresa	25
1.2.4. Capacidad de producción y almacenamiento	32
1.2.5. Volumen de producción	34
2. Capítulo 2: El problema	35
2.1. Contexto e identificación del problema	35
2.2. Causas del problema	35
2.2.1. Valoración de las causas	38
2.2.2. Árbol del problema	40
2.3. Justificación	41
2.3.1. Flujo del proceso productivo.....	41
2.3.2. Problemas en procesos productivos	43
2.3.3. Contaminación de alimentos	51

2.4.	Objetivos.....	52
2.4.1.	Objetivo general.....	52
2.4.2.	Objetivos específicos	52
3.	Metodología del proyecto	53
3.1.	Descripción	53
4.	Capítulo 4: Marco teórico	54
4.1.	Distribución en planta	54
4.2.	Tipos de distribución de planta (Layout)	54
4.3.	Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP)	55
4.4.	Planificación Sistemática de Distribución de planta.....	55
5.	Capítulo 5: Aplicación del Método SLP.....	56
5.1.1.	Fase 1: Recorrido de los productos (R).....	59
5.1.2.	Fase 2: Relación entre actividades	60
5.2.	Etapa 2: Diagrama relacional de recorridos y actividades	62
5.2.1.	Fase 1: Necesidades del espacio	63
5.2.2.	Fase 2: Espacio disponible.....	64
5.3.	Etapa 3: Diagrama relacional de espacios.....	66
5.3.1.	Fase 1: Factores influyentes	67
5.3.2.	Fase 2: Limitaciones Prácticas	69
5.4.	Etapa 4: Alternativas de solución (propuestas de layout)	69
5.5.	Etapa 5: Selección de propuesta.....	76
5.5.1.	Comparación de Ventajas y Desventajas entre los diseños de layout propuestos.....	76
5.5.2.	Método de Adyacencia de Áreas:	78
5.5.3.	Conclusión elección de propuesta.....	82
6.	Análisis Evaluación Económica	84
6.1.	Costos del proyecto de reconstrucción.....	84
6.1.1.	Costo total de la inversión.....	85
6.2.	Evaluación Económica.....	86

7. Conclusión	88
Bibliografía	90
Anexos	91
Anexo A. Descripción del registro de la empresa.	91
Anexo B. Superficie actual.....	92
i. Fábrica Antigua.....	92
ii. Fábrica Nueva.....	94
Anexo C. Producción mensual entre los años 2017 - 2022.....	97
Anexo D. Encuesta realizada a trabajadores.....	98
Anexo E. Simbología cursograma analítico.....	99
Anexo F. Cursogramas analíticos	100
Anexo G. Tabla de dimensiones recomendadas para el puesto de trabajo	102
Anexo H. Cursogramas con layout implementado y resultado de su economía.....	103
Anexo I. Costos de trabajos previos.....	105
Anexo J. Costos de Obra Civil (construcción y electricidad)	105
Anexo K. Costos de muebles y estantería nueva.....	106
Anexo L. Escenario pesimista.....	107
Anexo M. Escenario optimista.....	109

Glosario

Batch: Recipiente metálico de acero inoxidable cuadrado destinado como medida de proporciones para freír papas.

Bomba de succión: Trabajo mediante el bombeo de aire fuera de un recinto cerrado, creando un vacío parcial.

Chuño: Almidón que proviene de la papa.

Cuerpo del conocimiento: El cuerpo de conocimiento (BOK) describe el conocimiento relevante para una disciplina y se hace necesario llegar al consenso entre las áreas de conocimiento (KA) y las disciplinas relacionadas.

Extrusora: Máquinas industriales que aplican presión sobre medios sólidos y viscosos para forzar su paso a través de la abertura de una boquilla.

Fa: La frecuencia acumulada es el resultado de sumar sucesivamente las frecuencias absolutas o relativas, desde el menor al mayor de sus valores. (Marco Sanjuán, 2017)

FIFO: Método de valoración de inventario, se utiliza en productos similares con respecto a su costo y cualidades, por lo que las primeras unidades que entran en el almacén o bodega son los primeros en salir o ser utilizados, “Lo que primero entra es lo que primero sale”.

Fr: La frecuencia relativa es una medida estadística que se calcula como el cociente de la frecuencia absoluta de algún valor de la población/muestra (f_i) entre el total de valores que componen la población/muestra (N). (Marco Sanjuán, 2017)

Hazard Analysis and Critical control points (HACCP): Sistema de inocuidad alimentaria basado en la identificación de todos los peligros potenciales en los ingredientes y los distintos procesos de producción en los alimentos.

Inocuidad de los alimentos: Políticas y actividades encaminadas en garantizar la máxima seguridad posible de los alimentos que abarca toda la cadena alimentaria, desde la producción al consumidor.

Layout: Forma en que se encuentra distribuida el área de trabajo de una empresa.

Máquina: Conjunto de aparatos combinados para recibir cierta forma de energía y transformarla en otra más adecuada, o para producir un efecto determinado.

Maquinaria: Grupo de activos tangibles que posee una empresa, cuya destinación es la fabricación de productos o la ejecución de actividades específicas dentro del desarrollo de los procesos operacionales.

Paño: Tela de diversas clases de hilos.

Producto crudo: Producto en su etapa inicial, ya sea papa pelada y trozada o la mezcla de las materias primas, ingredientes e insumos para los productos que presentan este tipo de producción.

Producto en tránsito: Es aquel que se encuentra en preparación, ya sea mezcla de ingredientes, fritura, etc.

Producto terminado: Este término es utilizado para identificar los productos que están esperando en las salas de enfriamiento el tiempo correspondiente para su próximo envasado.

Pull: Es una estrategia de fabricación ajustada en la que los bienes se producen en función de la demanda real y no de las previsiones.

Ramitas: Producto alimenticio, son pequeñas cantidades de masa en forma de ramas fritas.

Suflé: Alimento preparado de manera que quede inflado.

Systematic Layout Planning (SLP): Planificación sistemática del diseño.

Tasa interna de retorno (TIR): Indicador que representa la tasa de interés de un proyecto de inversión.

Valor actual neto (VAN): Método de valoración de inversiones que se define como la diferencia entre el valor actualizado de los cobros y de los pagos que generan una inversión.

Lista de figuras

Figura 1.1: Representación gráfica de la estructura organizacional.....	16
Figura 1.2: Diagrama general de los productos y sus formatos de envasado.....	18
Figura 1.3: Modelo Canvas de Primor Ltda.....	19
Figura 1.4: Representación gráfica del piso en la fábrica antigua.....	22
Figura 1.5: Representación gráfica de las paredes en la fábrica antigua.....	22
Figura 1.6: Representación gráfica del cielo y ventanas en la fábrica antigua.....	23
Figura 1.7: Representación gráfica de cielo de puertas en la fábrica antigua.....	23
Figura 1.8: Representación gráfica de las condiciones de almacenamiento en la fábrica antigua...	24
Figura 1.9: Diagrama de flujo del proceso productivo de papas fritas.....	25
Figura 1.10: Diagrama de flujo del proceso productivo de ramitas.....	27
Figura 1.11: Diagrama de flujo del proceso productivo de maní.....	29
Figura 1.12: Diagrama de flujo del proceso productivo de suflés.....	31
Figura 1.13: Gráfico de la producción promedio mensual vendida (Kg.) desde 2017 a 2022.....	34
Figura 2.1: Planteamiento del problema con diagrama de Ishikawa.....	36
Figura 2.2: Diagrama de Pareto “Análisis causas” (2022).....	39
Figura 2.3: Clasificación de las causas y efectos con diagrama árbol del problema.....	41
Figura 2.4: Layout adaptado a flujos productivos de fábrica antigua (diagrama de spaghetti).....	41
Figura 2.5: Diagrama de proceso productivo de papas fritas identificando áreas de impacto.....	43
Figura 2.6: Diagrama de proceso productivo de ramitas identificando áreas de impacto.....	45
Figura 2.7: Diagrama de proceso productivo de suflés identificando áreas de impacto.....	47
Figura 2.8: Diagrama de proceso productivo de maní identificando áreas de impacto.....	49
Figura 3.1: Metodología de diseño de layout.....	53
Figura 5.1: Fases método SLP.....	56
Figura 5.2: Gráfico de frecuencias P - Q, Fabrica antigua (miles de kg)	57
Figura 5.3: Gráfico de áreas P-Q*, Fábrica antigua (miles de Kg.).....	58
Figura 5.4: Cursograma analítico de ramitas.....	59
Figura 5.5: Relaciones entre actividades de la fábrica.....	61
Figura 5.6: Diagrama relacional de actividades.....	62
Figura 5.7: Diagrama relacional de actividades ordenado.....	63

Figura 5.8: Diagrama relacional de espacio y actividades.....	66
Figura 5.9: Layout propuesta A.....	70
Figura 5.9.1: Layout propuesta A en formato AutoCAD.....	71
Figura 5.9.2: Layout propuesta A en formato diagrama de spaghetti.....	71
Figura 5.10: Layout propuesta B.....	72
Figura 5.10.1: Layout propuesta B en formato AutoCAD.....	73
Figura 5.10.2: Layout propuesta B en formato diagrama de spaghetti.....	73
Figura 5.11: Layout propuesta C.....	74
Figura 5.11.1: Layout propuesta C en formato AutoCAD.....	75
Figura 5.11.2: Layout propuesta B en formato diagrama de spaghetti.....	75

Lista de tablas

Tabla 1.1: Productos de la empresa y sus sabores.....	18
Tabla 1.2: Descripción proceso productivo de papas fritas.....	26
Tabla 1.3: Descripción proceso productivo de ramitas.....	28
Tabla 1.4: Descripción proceso productivo de maní.....	30
Tabla 1.5: Descripción proceso productivo de suflés.....	32
Tabla 1.6: Frecuencia y producción actual de cada producto.....	33
Tabla 1.7: Capacidad de almacenamiento actual en zonas de enfriamiento.....	33
Tabla 2.1: Descripción del diagrama de Ishikawa.....	37
Tabla 2.2: Jerarquización de las causas en base a encuesta.....	38
Tabla 2.3: Identificación de áreas dentro del plano (Layout).....	42
Tabla 2.4: Descripción de áreas enumeradas que impactan en la producción de papas fritas.....	44
Tabla 2.5: Descripción de áreas enumeradas que impactan en la producción de ramitas.....	46
Tabla 2.6: Descripción de áreas enumeradas que impactan en la producción de suflés.....	48
Tabla 2.7: Descripción de áreas enumeradas que impactan en la producción de maní.....	50
Tabla 5.1: Relación de actividades y áreas de trabajo por proceso productivo.....	60
Tabla 5.2: Importancia de la cercanía entre áreas.....	61
Tabla 5.3: Razones de cercanía entre áreas.....	61
Tabla 5.4: Medidas de cada máquina dentro de la fábrica.....	64
Tabla 5.5: Espacio disponible de superficies.....	65
Tabla 5.6: Comparación de propuestas en base a ventajas y desventajas.....	77
Tabla 5.7: Evaluación por adyacencia del layout actual.....	79
Tabla 5.8: Evaluación por adyacencia de la propuesta A.....	79
Tabla 5.9: Evaluación por adyacencia de la propuesta B.....	80
Tabla 5.10: Evaluación por adyacencia de la propuesta C.....	81
Tabla 6.1: Costos totales asociados para la inversión requerida.....	85

Introducción

Productos Alimenticios Primor Ltda., ubicada en Rancagua VI Región de Chile dedicada a la producción, envasado y comercialización de snacks (papas fritas, ramitas, suflés y maní), los cuales se elaboran en dos fábricas. Para la organización es importante potenciar las ramitas, suflés y maní cumpliendo la normativa en su totalidad con el fin de asegurar la calidad de los productos y potenciar la comercialización en supermercados obteniendo mayor alcance y visibilidad respecto a la actual.

Bajo esa premisa, el estudio se enfoca en una nueva distribución de planta de la fábrica antigua acompañada de un proyecto de reconstrucción, en esta instalación es donde se lleva a cabo la producción de todos los productos de la empresa. El objetivo principal es diseñar un layout que pueda mitigar la posibilidad de contaminación en los procesos productivos de la instalación. Este apartado implica la identificación de los flujos de producción y zonas de almacenamiento, analizando los efectos que generan las distintas causas con la intención de aplicar la metodología SLP (Systematic Layout Planning), la cual nos entrega tres posibles opciones de distribución que permiten mejorar la seguridad alimentaria en la fábrica, se compara y selecciona la opción más favorable para el problema en cuestión.

1. Capítulo 1: La Empresa

1.1. Descripción de la empresa

Productos Alimenticios Primor Limitada es una empresa alimenticia chilena, con patrimonio propio y privado, se dedica a la producción, envasado y comercialización de sus diversos productos snacks entre ellos ramitas, suflés, maní y el producto destacado papas fritas tipo cóctel e hilo.

La organización es la encargada de la logística y distribución de los productos desde las fábricas en la ciudad de Rancagua, hacia la mayor parte de Chile a través de Pullman cargo y Starken.

1.1.1. Reseña histórica

La historia de Primor se remonta al año 1974, se inicia en la casa de los fundadores con el proceso de fabricación de papas fritas de forma completamente manual con una producción estimada de 230 kilogramos mensuales. El sello principal de la empresa es *“papas fritas 100% caseras y artesanales, sin preservantes ni aditivos”*, lo que se espera conservar como tradición de Primor.

En sus inicios la comercialización era en tiendas pequeñas y supermercados de Rancagua. Con el aumento de la demanda, decidieron construir la fábrica antigua aumentando variedad en productos como papa hilo, maní salado, suflés y ramitas. Luego en 2019 se construye la fábrica nueva, la cual produce exclusivamente papas fritas.

1.1.2. Estructura organizacional

La compañía se caracteriza por una estructura organizacional del tipo jerárquico, se describe el registro de la empresa (véase anexo A) y en la figura 1.1 se presenta el organigrama correspondiente:

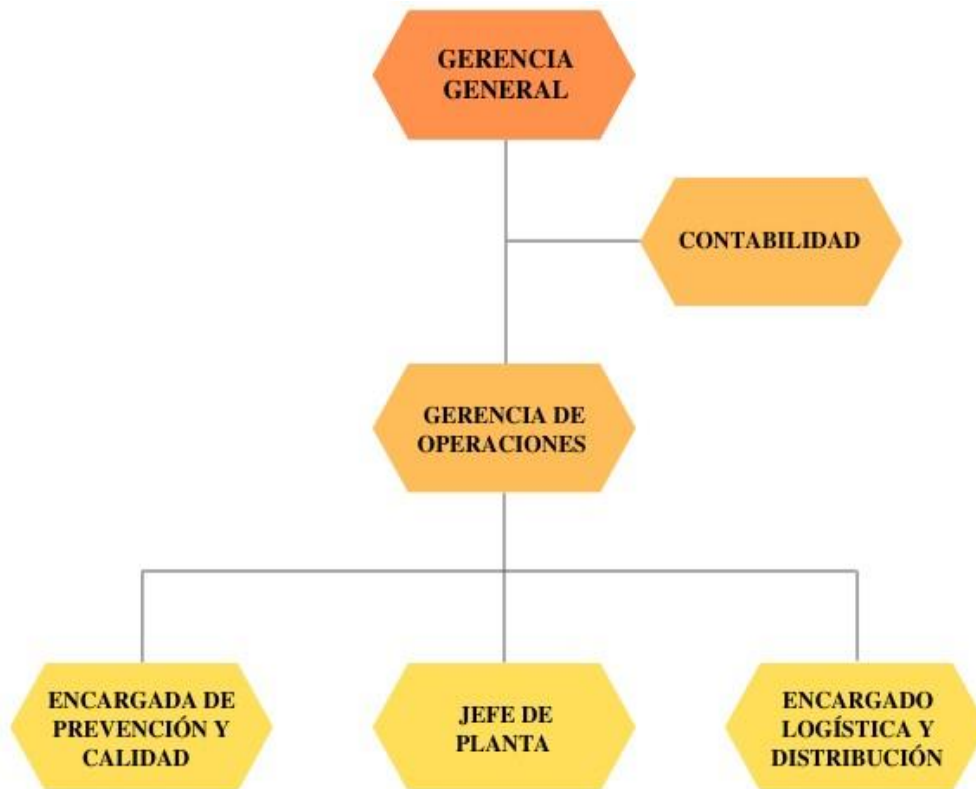


Figura 1.1: Representación gráfica de la estructura organizacional.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describe la cadena de mando entre los diferentes roles de la estructura organizacional de la empresa, se destaca que los operarios ocupan la base del organigrama, representando la ejecución diaria de las operaciones.

Descripción de las principales funciones y actividades de cada cargo dentro de la empresa:

Gerente general: Liderar, gestionar, dirigir y coordinar el camino diario de la organización, para el cumplimiento de los objetivos del corto, mediano y largo plazo. Además de garantizar la eficiencia, productividad y desempeño general de la empresa, analizando los problemas que se presenten en cuanto a aspectos financieros, administrativos, de personal, entre otros.

Gerente de operaciones: Planificar, dirigir y asegurar el óptimo manejo de los recursos de la organización, con la finalidad de lograr los objetivos trazados, además de crear y desarrollar estrategias de mejora continua para el área de producción, manteniendo un control de los procesos, a través de herramientas objetivas de control que ayuden a gestionar de manera eficiente y eficaz la logística interna.

Jefe de planta: Encargado de planificar, dirigir y asegurar el manejo adecuado de los recursos en la planta, con el fin de lograr los objetivos, además de la creación y ejecución de las estrategias de mejora continua en el proceso de producción, manteniendo la comunicación constante con los trabajadores y operarios con el fin de cumplir con los pedidos, manteniendo el control del proceso de producción.

Encargado de prevención y calidad: Asegurar el cumplimiento del manual HACCP y normativa vigente de prevención de riesgos, además de crear y ejecutar controles preventivos de revisión, mantener completo conocimiento de las nuevas normativas relacionados en la prevención y calidad. La finalidad es proteger y cumplir con las exigencias impuestas por organismos fiscalizadores.

1.1.3. Productos de la empresa

Tabla 1.1:
Productos de la empresa y sus sabores.

			
Papas fritas tipo: - Cóctel (con y sin sal) - Hilo	Ramitas sabor: - Queso - Saladas (tradicionales) - Jamón serrano	Suflés sabor: - Queso - Papa - Tutifruiti	Maní salado

Fuente: Elaboración propia.

La empresa elabora los productos en dos plantas distintas como se menciona anteriormente, en la figura 1.2 se proporciona un diagrama general que indica los tamaños, sabores y la fábrica correspondiente para cada uno.

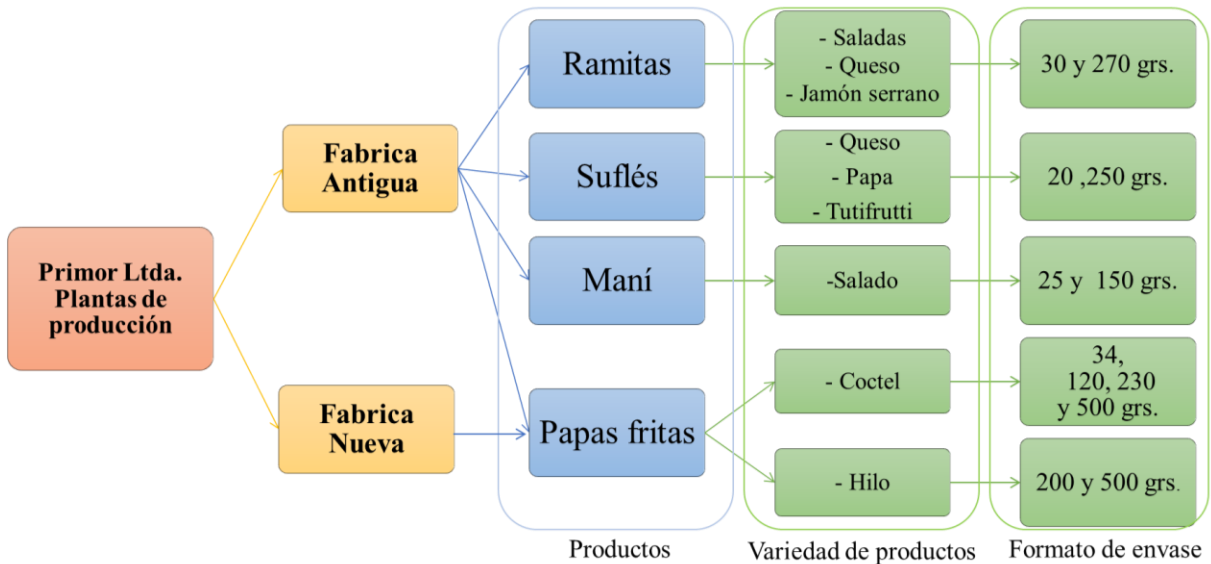


Figura 1.2: Diagrama general de los productos y sus formatos de envasado.
Fuente: Elaboración propia.

1.1.4. Modelo de negocios



Figura 1.3: Modelo Canvas de Primor Ltda.

Fuente: Elaboración propia

Descripción de elementos del modelo Canvas:

- 1. Segmento de clientes:** Los clientes de Primor van desde particulares con compra a granel, negocios de barrio, locales de comida rápida y supermercados (Cugat y Torres) dentro de la sexta región, hasta clientes a lo largo del país en las cadenas de Jumbo, Líder y Tottus.
- 2. Propuesta de valor:** Primor ofrece a sus clientes productos 100% caseros, sin preservantes ni aditivos, potenciando una relación cercana y rápida con sus consumidores.

3. **Canales:** Los medios de comunicación son contacto telefónico, correo electrónico, página web (www.primor.cl), redes sociales (WhatsApp, Facebook e Instagram), punto de venta presencial ubicado en Rancagua y vendedores en ruta por las comunas aledañas.
4. **Relación con los clientes:** La empresa conecta con sus clientes mediante relación directa e indirecta ofreciendo una asistencia personalizada.
5. **Fuentes de ingreso:** Es por medio de la venta directa, indirecta y E-commerce de los productos.
6. **Recursos claves:** Capital humano, maquinaria, materia prima e insumos, bodegas, vehículos (camiones), dominio y alojamiento web.
7. **Actividades claves:** Dentro de las actividades claves de la empresa está el flujo de información con los clientes, fuentes de ingresos, selección de proveedores, elaboración de los productos, búsqueda de oportunidades de negocio a mercados nuevos, atención post venta, almacenamiento de materia prima e insumos, también mantención de máquinas y equipos, venta y distribución de los productos.
8. **Socios claves:** Son aquellos proveedores de papas (Héctor Hormazábal), aceite (SOCOAL), sal (Sal Trinidad), harina y gritz (Molinos San Miguel), saborizantes para ramitas y suflés (Sabores.cl), maní (Caprile), envases (Bo Packing y Copack), cajas (Envases del Pacífico y LPS). Por otro lado, en la comercialización, los socios claves son Jumbo, Líder, Tottus, Cugat y Torres, distribuidora de Santiago y empresas de transporte (Starken y Pullman cargo).
9. **Estructura de costos:** Compra de materia prima e insumos, producción y mantenimiento de máquinas, implementación de seguridad y limpieza, mantención de automóviles y camiones, publicidad (página web y sistemas de información). Además, gastos de servicios básicos y remuneraciones de personal.

1.2. Antecedentes de la empresa

1.2.1. Distribución de fábricas

Primor cuenta con dos fábricas de producción, las cuales se identifican como fábrica nueva y antigua, en la primera se produce exclusivamente papas fritas cuyos clientes son cadenas de supermercados satisfaciendo las necesidades de calidad. En la segunda se fabrican ramitas, suflés y maní en sus distintos sabores, y papas fritas sólo en caso de que la demanda sea mayor.

La fábrica nueva se diseña bajo normativa de Análisis de peligros y puntos de control críticos (HACCP) y el Reglamento sanitario de los alimentos Decreto Supremo 977/96 (Ministerio de salud, 1996), en su instalación cuenta con dos pisos (superficie total de 555 m^2). En la línea productiva de papas fritas dispone de zona de pelado y cortado, zona de fritura, zona de enfriamiento, zona de almacenamiento de producto terminado, materias primas e insumos, entre otras. (véase anexo B.ii).

La fábrica antigua tiene una certificación desactualizada en términos de aseguramiento de calidad en su instalación (superficie total de 264 m^2). La distribución física cuenta con zonas productivas de papas fritas, espacio destinado a la producción de maní y ramitas, maquinaria para producir suflés, máquina envasadora automática y zona de envasado manual, en general bodegas para los productos e insumos. (véase anexo B.i)

1.2.2. Condición actual de infraestructura en la fábrica

A continuación, en las fotografías desde la figura 1.4 a 1.8 se muestran de manera visual los artículos de la normativa relacionados a infraestructura que la planta no cumple según el Reglamento sanitario de los alimentos Decreto Supremo 977/96.

- **Piso:** en la figura 1.4 se aprecia el Artículo 25, Inciso a, descrito como: *“Los pisos, se construirán de materiales impermeables, no absorbentes, lavables y antideslizantes, no tendrán grietas y serán fáciles de limpiar (eliminación de tierra, residuos de alimentos, polvo, grasa u otra materia objetable). (Ministerio de salud, 1996)*



Figura 1.4: Representación gráfica de piso en la fábrica antigua.
Fuente: Primaria, dependencias de la fábrica antigua de Primor (2022).

- **Paredes:** en la figura 1.5 se aprecia el Artículo 25, Inciso b, descrito como: *“Las paredes, se construirán de materiales impermeables, no absorbentes, lavables, atóxicos y serán de color claro”.* (Ministerio de salud, 1996)



Figura 1.5: Representación gráfica de paredes en la fábrica antigua.
Fuente: Primaria, dependencias de la fábrica antigua de Primor (2022).

- **Cielos y ventanas:** en la figura 1.6 se aprecia el Artículo 25, Inciso c, descrito como: *“Los cielos rasos deberán proyectarse, construirse y acabarse de manera que se impida la acumulación de suciedad y se reduzca al mínimo la condensación de vapor de agua y la formación de mohos y deberán ser fáciles de limpiar”* y en las ventanas se rige por inciso d *“las ventanas y otras aberturas deberán construirse de manera que se evite la acumulación de suciedad”*. (Ministerio de salud, 1996)



Figura 1.6: Representación gráfica de cielo y ventanas en la fábrica antigua.
Fuente: Primaria, dependencias de la fábrica antigua de Primor (2022).

- **Puerta:** en la figura 1.7 se aprecia el Artículo 25, Inciso e, descrito como: *“Las puertas deberán ser de superficie lisa, no absorbente y cuando así proceda, deberán tener cierre automático”*. (Ministerio de salud, 1996)



Figura 1.7: Representación gráfica de puerta en la fábrica antigua.
Fuente: Primaria, dependencias de la fábrica antigua de Primor (2022).

- **Condiciones de almacenamiento:** en la figura 1.8 se aprecia el Artículo 61, el que establece: *“En la elaboración sólo deberán utilizarse materias primas e ingredientes en buen estado de conservación, debidamente identificados, exentos de microorganismos o sustancias tóxicas en cantidades superiores a las aceptadas en este reglamento u otras materias extrañas”*. (Ministerio de salud, 1996)



Figura 1.8: Representación gráfica de las condiciones de almacenamiento en la fábrica antigua.
Fuente: Primaria, dependencias de la fábrica antigua de Primor (2022).

Dentro de los hallazgos encontrados en la visita a la fábrica, se puede destacar que la infraestructura no cumple con los estándares exigidos en la normativa chilena ya que, como se mencionó anteriormente pisos, cielos y paredes no cuentan con la calidad requerida. Evidenciando así la probabilidad de contaminación tanto en la recepción y almacenamiento de insumos como en el proceso productivo, arriesgando la seguridad alimentaria de los consumidores.

En algunas imágenes se puede apreciar la exposición de materia prima y material de embalaje, ambas situaciones fomentan la obstaculización del pasillo y la circulación expedita del mismo.

1.2.3. Descripción de los procesos productivos de la empresa

❖ Proceso productivo papas fritas (cóctel, hilo y sin sal):

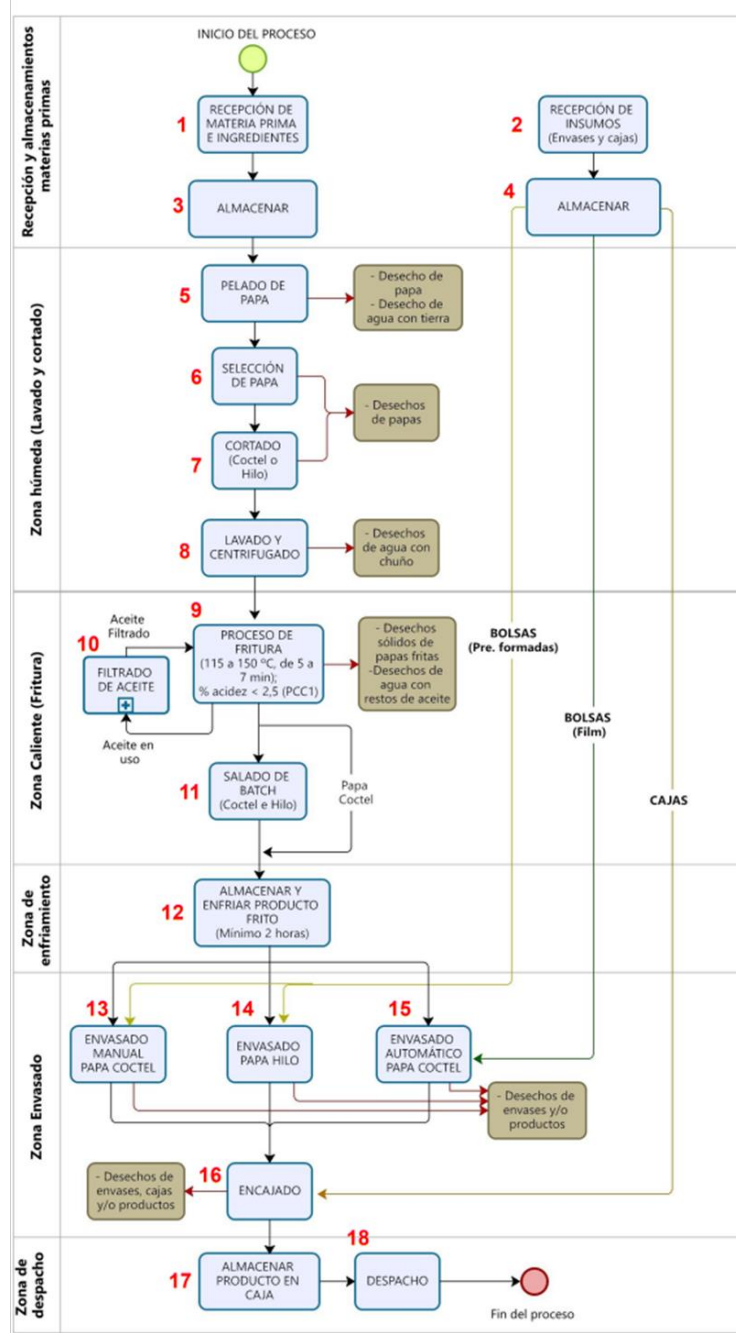


Figura 1.9: Diagrama de flujo del proceso productivo de papas fritas.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la descripción del proceso productivo en la tabla 1.2.

Tabla 1.2:
Descripción proceso productivo de papas fritas.

Zona	Nº	Actividad / Paso	Descripción
Recepción y almacenamiento	1	Recepción de materia prima e ingredientes	Se recibe la materia prima a utilizar en el proceso: sacos de papa (veinticinco Kg). Y luego se retira la sal de la bodega.
	2	Recepción de insumos (Envases y cajas)	Se reciben los envases tipo bolsas y films además de cajas. (Esta actividad se realiza al mismo tiempo que la N°1)
	3 y 4	Almacenar	Se almacena la materia prima, ingredientes e insumos de embalaje en bodega.
Zona húmeda (Lavado y cortado)	5	Pelado de papa	Se depositan dos sacos en la máquina peladora que mediante un disco abrasivo retira la cáscara y a la misma vez lava la papa.
	6	Selección de papa	Se desechan las papas que no cumplan con la calidad normativa.
	7	Cortado (cóctel o hilo)	Se introducen en la máquina cortadora la cual tiene un sistema de cuchillos dependiendo del tipo (cóctel o hilo).
	8	Lavado y centrifugado	Éstas papas pasan a una tinaja donde sólo se lavan para eliminar lo más posible de chuño y almidón. Luego se depositan en una centrífuga para retirar el exceso de agua.
Zona caliente (Fritura)	9	Proceso de fritura (115 a 150 °C) (5 a 7 min)	Se trasladan en carros a la zona de fritura, la freidora debe tener una temperatura entre 145 a 155 °C para sumergir las papas. Se mantienen ahí por seis minutos aproximadamente.
	10	Filtrado de aceite	Tres veces a la semana se realizan filtrados de aceite a la freidora y habitualmente controlan la acidez del aceite el cual no debe exceder de un 2,5% de acidez libre.
	11	Salado de batch	Una vez fritas se depositan en la bandeja al costado de la freidora y se les espolvorea con sal dependiendo el tipo de papa (cóctel con o sin sal). Luego de cinco minutos se guardan las papas en bolsas transparentes de cuatro kg aproximadamente.
Enfriamiento	12	Almacenar y enfriar producto frito (mínimo 2 horas)	Las bolsas transparentes semi cerradas se llevan a la zona de enfriamiento y deben estar ahí mínimo dos horas (alcanzando la temperatura ambiente) para ser envasadas.
Envasado	13	Envasado manual papa cóctel	En esta actividad se pesa, se sella y almacena todo manualmente.
	14	Envasado manual papa hilo	En esta actividad se pesa, se sella y almacena todo manualmente.
	15	Envasado automático papa cóctel	En esta actividad la envasadora pesa y sella automáticamente pero se almacena manualmente.
	16	Encajado	Al final de la envasadora, manualmente se encajan los envases según la capacidad.
Despacho	17	Almacenamiento de cajas	Las cajas se almacenan en estanterías utilizando el método FIFO.
	18	Despacho	Se realiza la gestión de salida de pedidos próximos a despachar.

Fuente: Elaboración propia.

❖ Proceso productivo de ramitas (saladas, queso y jamón serrano):

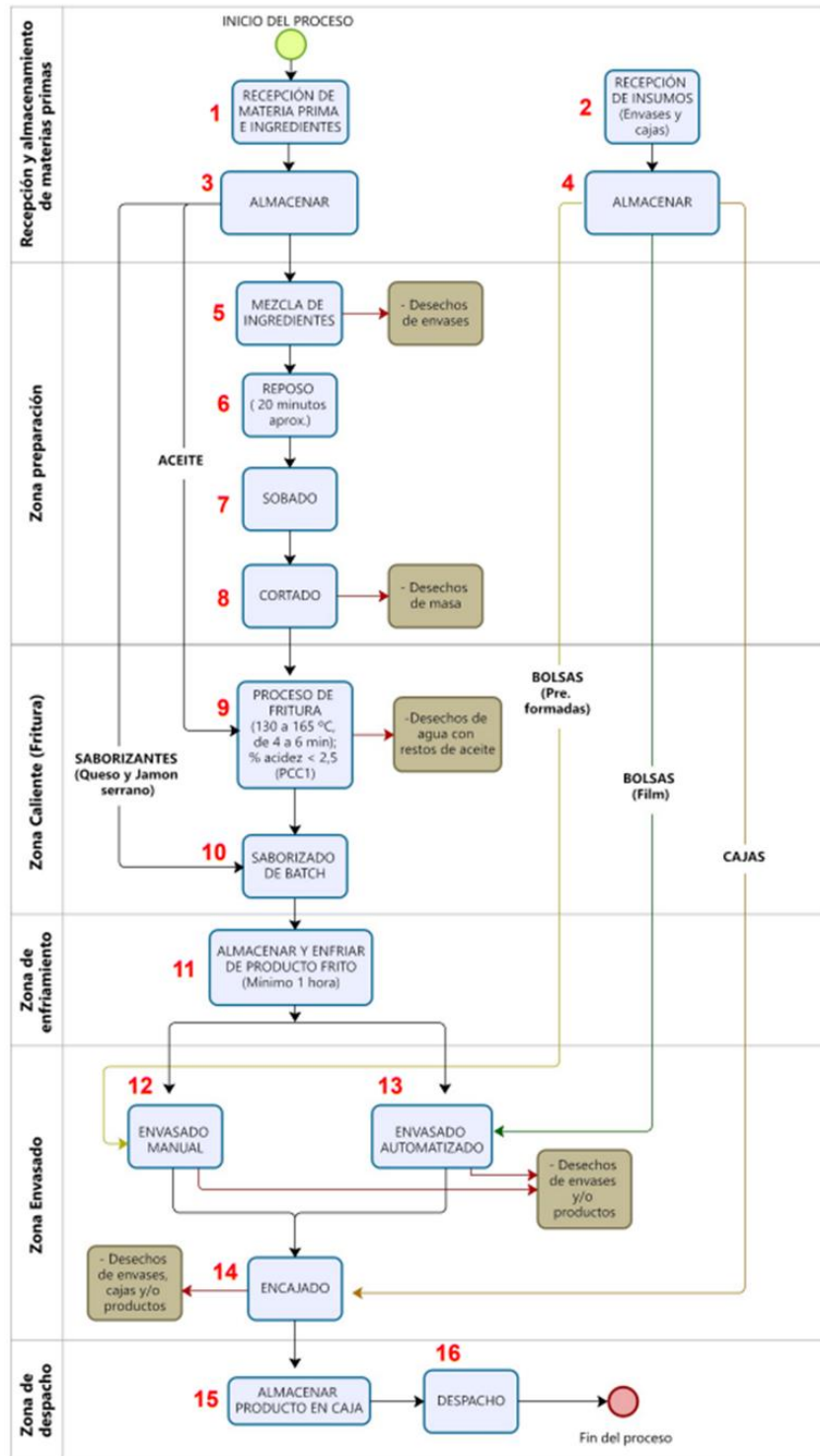


Figura 1.10: Diagrama de flujo del proceso productivo de ramitas.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la descripción del proceso productivo en la tabla 1.3.

Tabla 1.3:
Descripción proceso productivo de ramitas.

Zona	Nº	Actividad / Paso	Descripción
Recepción y almacenamiento	1	Recepción de materia prima e ingredientes	Se recibe la materia prima e ingredientes a utilizar en el proceso: harina, sal, azúcar, levadura, colorantes, saborizantes, aceite, agua, etc.
	2	Recepción de insumos (Envases y cajas)	Se reciben los envases de tipo bolsas y films además de cajas. (Esta actividad se realiza al mismo tiempo que la N°1)
	3 y 4	Almacenar	Se almacena la materia prima, ingredientes e insumos de embalaje en bodega.
Zona de preparación	5	Mezcla de ingredientes	Se mezclan los ingredientes y se van agregando paulatinamente a la máquina revoladora hasta lograr una masa homogénea.
	6	Reposo	Se deja reposar la masa veinte minutos, luego se aplasta manualmente para separar en porciones más pequeñas.
	7	Sobado	Se introducen las porciones de masa en la sobadora varias veces hasta que cumpla con el espesor deseado.
	8	Cortado	Se deposita la masa estirada en la cortadora para darle la forma de “ramitas”, luego se dejan en bandejas para llevarlas a la zona de fritura.
Zona caliente (Fritura)	9	Proceso de fritura (130 a 165 °C) (4 a 6 min)	Las ramitas se pueden freír cuando el aceite alcanza una temperatura de 145 °C y se mantienen ahí por cinco minutos aproximadamente.
	10	Filtrado de aceite	Tres veces a la semana se realizan filtrados de aceite a la freidora y habitualmente controlan la acidez del aceite el cual no debe exceder de un 2,5% de acidez libre.
	11	Salado de batch	Una vez fritas las ramitas se depositan en una bandeja al costado de la freidora y se les espolvorea el saborizante correspondiente (queso o jamón serrano). Luego de cinco minutos se guardan en bolsas transparentes.
Enfriamiento	12	Almacenar y enfriar producto frito	Las bolsas transparentes semi cerradas se llevan a la zona de enfriamiento.
Envasado	13	Envasado manual	En esta actividad se pesa, se sella y almacena todo manualmente.
	14	Envasado automático	En esta actividad la envasadora pesa y sella automáticamente pero se almacena manualmente.
	15	Encajado	Al final de la envasadora, manualmente se encajan los envases según la capacidad.
Despacho	16	Almacenar producto en caja	Las cajas con productos se almacenan en estanterías utilizando el método FIFO.
	17	Despacho	Se realiza la gestión de salida de pedidos próximos a despachar.

Fuente: Elaboración propia.

❖ **Proceso productivo del maní:**

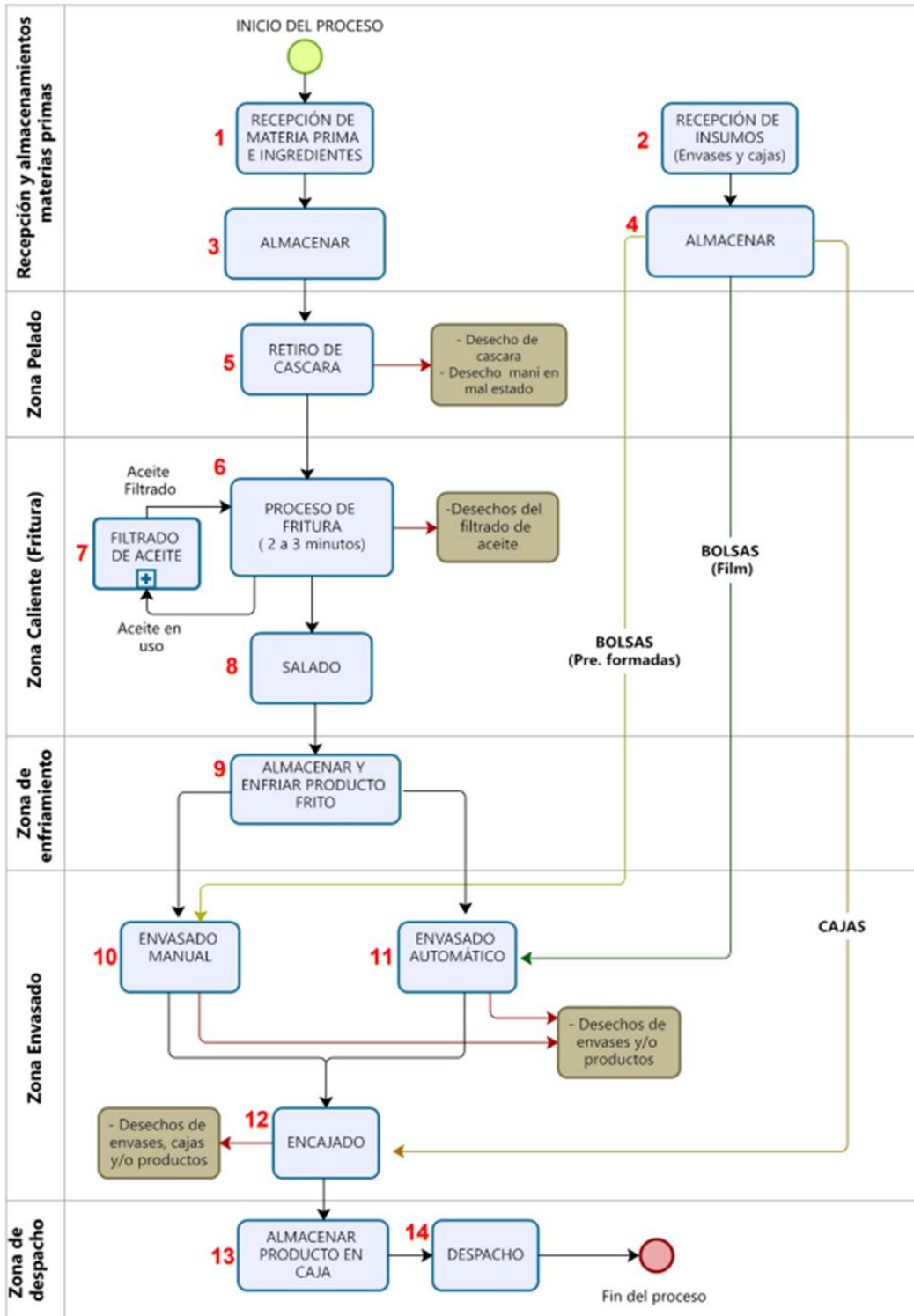


Figura 1.11: Diagrama de flujo del proceso productivo de maní.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la descripción del proceso productivo en la tabla 1.4.

Tabla 1.4:
Descripción proceso productivo de maní.

Zona	Nº	Actividad / Paso	Descripción
Recepción y almacenamiento	1	Recepción de materia prima e ingredientes	Se recibe la materia prima e ingredientes a utilizar en el proceso: sacos de maní con cáscara (veinticinco Kg), sal y aceite.
	2	Recepción de insumos (Envases y cajas)	Se reciben los envases de tipo bolsas y films además de cajas. (Esta actividad se realiza al mismo tiempo que la N°1)
	3 y 4	Almacenar	Se almacena la materia prima, ingredientes e insumos de embalaje en bodega.
Zona de pelado	5	Retiro de cáscara	Se depositan los sacos de maní en un colador rectangular para retirar la cáscara, impurezas y maní en mal estado.
Zona caliente (Fritura)	6	Proceso de fritura (130 a 145 °C) (5 min)	Se deposita un bidón de cinco litros en la freidora (aceite filtrado anteriormente), se calienta a máxima temperatura durante media hora. Luego se colocan dos kg de maní en un canasto de rejilla y se introduce en el aceite durante dos a tres minutos o hasta que tomen un color dorado.
	7	Filtrado de aceite	Una vez terminado el proceso diario se filtra el aceite para retirar impurezas.
	8	Salado	Una vez fritos se depositan los manies en un mesón para espolvorear con sal y revolver.
Enfriamiento	9	Almacenar y enfriar producto	Se trasladan a la zona de envasado manual, en ella se ocupa un mesón dónde se esparcen y se enfrían con la ayuda de ventiladores, una vez el maní cambia a color blanco se deposita en una caja plástica abierta y tapada por una tela para que no transpire, deben estar ahí mínimo una hora para envasar.
Envasado	10	Envasado manual	En esta actividad se pesa, se sella y almacena todo manualmente.
	11	Envasado automático	En esta actividad la envasadora pesa y sella automáticamente pero se almacena manualmente.
	12	Encajado	Al final de la envasadora, manualmente se encajan los envases según la capacidad.
Despacho	13	Almacenar producto en caja	Las cajas con productos se almacenan en estanterías utilizando el método FIFO.
	14	Despacho	Se realiza la gestión de salida de pedidos próximos a despachar.

Fuente: Elaboración propia.

❖ Proceso productivo del suflé (papa, queso y tutti frutti):

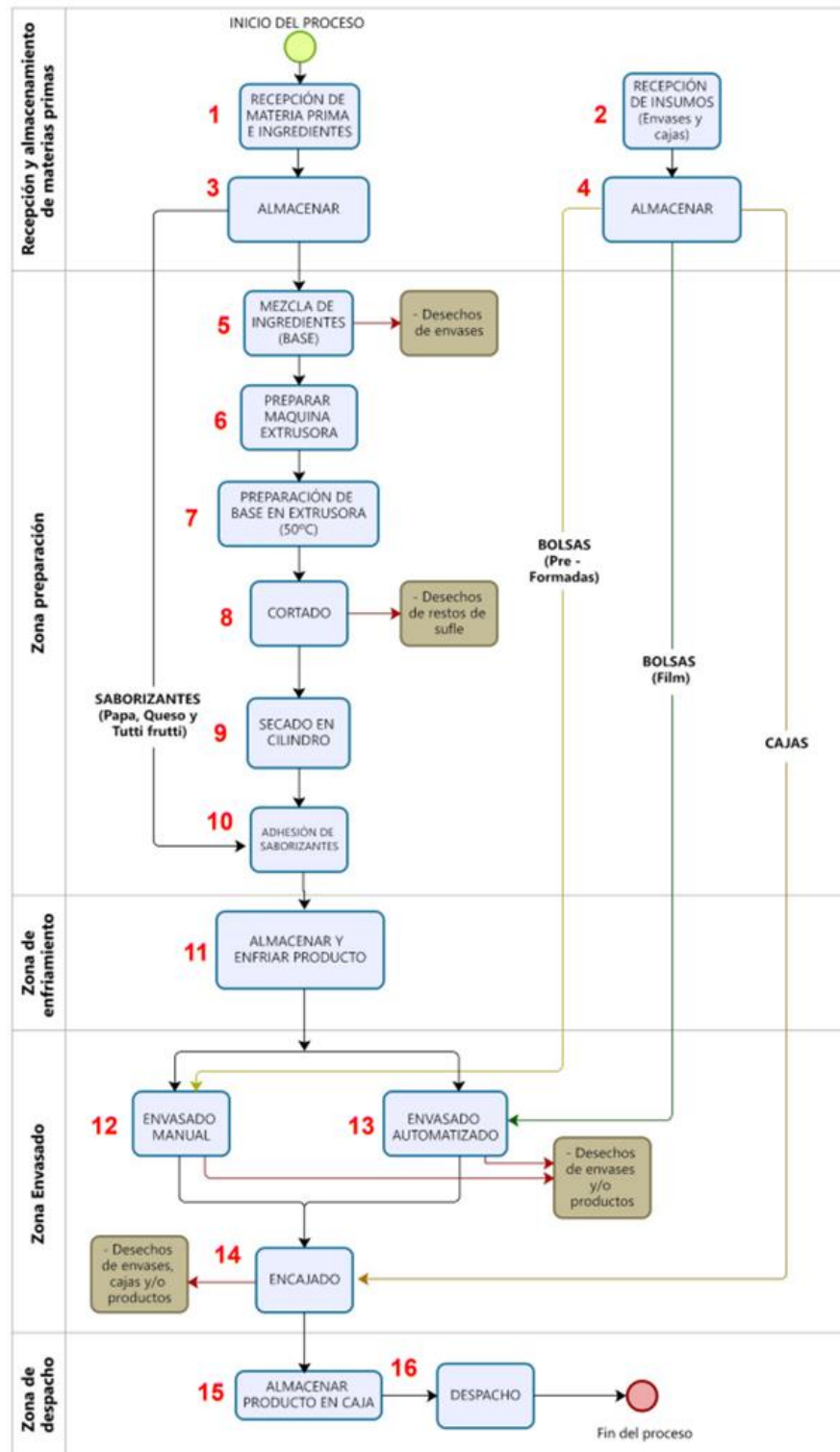


Figura 1.12: Diagrama de flujo del proceso productivo suflés.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la descripción del proceso productivo en la tabla 1.5.

Tabla 1.5:
Descripción proceso productivo de suflés.

Zona	Nº	Actividad / Paso	Descripción
Recepción y almacenamiento	1	Recepción de materia prima e ingredientes	Se reciben los ingredientes a utilizar en el proceso: harina, griz, colorantes, saborizantes, etc.
	2	Recepción de insumos (envases y cajas)	Se reciben los envases tipo bolsas y films además de cajas. (Esta actividad se realiza al mismo tiempo que la N°1)
	3 y 4	Almacenar	Se almacena la materia prima, ingredientes e insumos de embalaje en bodega.
Preparación	5	Mezcla de ingredientes (Base)	Se mezclan los siguientes ingredientes para formar la base: harina, colorantes y agua.
	6	Preparar máquina extrusora	Limpieza de la máquina, instalación del molde correspondiente al sabor a preparar, calentar el disco de la máquina hasta llegar a 90 °C.
	7	Preparación de base en extrusora (50°C)	Se deposita la base en la máquina que tiene una temperatura de 50°C, y se añade el saborizante correspondiente.
	8	Cortado	Primero se regula la velocidad de los cuchillos para realizar el corte correspondiente, luego se introduce el cilindro.
	9	Secado en cilindro	Se prende la bomba de succión, el cilindro de secado debe tener 175°C para darle crocancia al suflé, luego entra al siguiente cilindro.
	10	Adhesión de saborizantes	En este cilindro se agregan los saborizantes, para luego caer en una bandeja vibratoria homogeneizando la adherencia.
Enfriamiento	11	Almacenar y enfriar producto	Se deposita el producto en bolsas transparentes semi cerradas para llevarlas a la zona de enfriamiento. (mínimo una hora)
Envasado	12	Envasado manual	En esta actividad se pesa, se sella y almacena todo manualmente.
	13	Envasado automático	En esta actividad la envasadora pesa y sella automáticamente pero se almacena manualmente.
	14	Encajado	Al final de la envasadora, manualmente se encajan los envases según la capacidad.
Despacho	15	Almacenar producto en caja	Las cajas con productos se almacenan en estanterías utilizando el método FIFO.
	16	Despacho	Se realiza la gestión de salida de pedidos próximos a despachar.

Fuente: Elaboración propia.

1.2.4. Capacidad de producción y almacenamiento

La capacidad de producción se clasifica en efectiva, de diseño y real. La que se logra calcular es la efectiva, se identifica como la producción que la empresa desea lograr durante un periodo de funcionamiento determinado considerando las restricciones en la jornada laboral como también en la mantención preventiva.

Se presenta en la tabla 1.6 la “Frecuencia y producción actual de cada producto”, reflejando las veces que se realizan los ciclos de fabricación de cada producto en el mes y su respectiva cantidad, la producción mensual y anual.

Tabla 1.6:
Frecuencia y producción actual de cada producto.

Producto	Frecuencia (Ciclo/Mes)	Producto terminado (Kg/Ciclo)	Producto terminado (Kg/Mes)	Producto terminado (Kg/Año)
Papas fritas	4	150	600	7.200
Ramitas	1	147	147	1.764
Suflés	5	60	300	3.600
Maní	1	152	152	1.824

Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que la frecuencia depende de la cantidad de pedidos que ingresan a la empresa, ya que funcionan bajo un sistema pull debido a la duración de caducidad de los productos (60 días), las cantidades sobrantes de los pedidos se derivan al punto de venta y/o son entregados a los vendedores en ruta evitando pérdidas.

La tabla 1.7 muestra la capacidad de almacenamiento actual de la zona de enfriamiento, cada producto se distribuye en bolsas y son depositadas en mesones.

Tabla 1.7:
Capacidad de almacenamiento actual en zonas de enfriamiento.

Producto	Pisos / Mesón	Cant. bolsas / Mesón	Peso bolsa (Kg)	Bolsa (Kg) / Mesón	Cantidad de Mesones	Capacidad de almacenamiento (Kg)
Papas fritas	1	10	4	40	5	200
Ramitas	1	6	5	30	5	150
Suflés	1	8	4	32	2	64
Maní	N/A	9 cajas	15	135	N/A	135

Fuente: Elaboración propia.

1.2.5. Volumen de producción

Primor trabaja con sistema pull, por ende, lo que se produce es en base a pedido y el sobrante se vende de forma directa. A continuación, se presenta la figura 1.13, la cual muestra la gráfica de producción mensual de la fábrica antigua entre el periodo de los años 2017 a 2022 de todos los productos. (Información desplegada de anexo C).

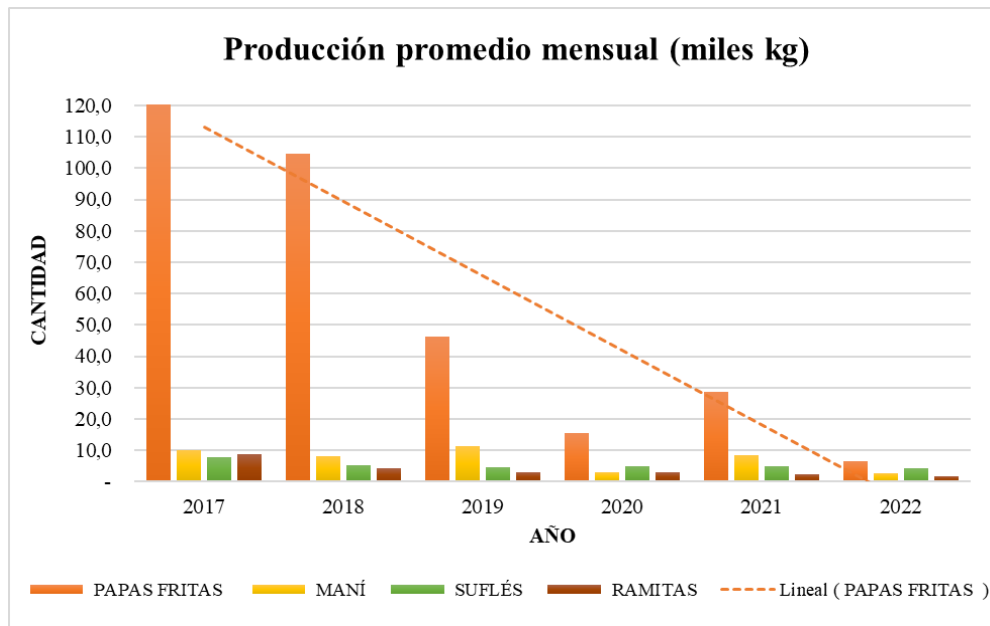


Figura 1.13: Gráfico de la producción promedio mensual vendida (Kg.) desde 2017 a 2022.
Fuente: Elaboración propia.

En términos de volumen de producción, algunos productos como ramitas, suflés y maní se han mantenido constantes por su limitada comercialización y expansión a otros mercados. Al estar en etapa de investigación, se quiere determinar la naturaleza de este efecto.

En la figura 1.13, se observa una reducción gradual en la producción de papas fritas. Esto se debe a que en 2019 se estableció una nueva instalación dedicada exclusivamente a la fabricación de éstas, cumpliendo con los estándares de calidad y normativas necesarias. Como resultado, se ha creado una oportunidad para los demás productos, aprovechando la capacidad de almacenamiento y replicar las mejoras en calidad de los procesos productivos en la fábrica antigua.

2. Capítulo 2: El problema

2.1. Contexto e identificación del problema

La empresa opera bajo normativa certificada del Reglamento sanitario de los alimentos, Decreto Supremo N° 977 de 1968. Sin embargo, es importante destacar que esta certificación no garantiza su vigencia a largo plazo, ya que, dicho Reglamento fue sustituido por el Decreto Supremo N° 977 de 1996. Las regulaciones en materia de seguridad alimentaria están en constante evolución, lo que implica la necesidad de realizar mejoras continuas en la infraestructura de la planta para cumplir con el reglamento actual. Además, las empresas deben cumplir con rigurosos estándares de calidad para comercializar en mercados más amplios, como los supermercados, lo que incluye la implementación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (HACCP). Este sistema desempeña un papel crucial en la garantía de la seguridad alimentaria durante el proceso de producción.

Tomando en cuenta los antecedentes actuales de la fábrica, se realizó una lluvia de ideas en conjunto a expertos de la empresa (encargada de prevención y calidad, jefe de planta y gerente de operaciones) determinando que una encuesta hacia los trabajadores permite conocer la opinión y percepción al respecto de los criterios potenciales con el fin de identificar el problema en la fábrica. (véase anexo D)

2.2. Causas del problema

Para analizar las causas y el problema se utilizó la herramienta del Diagrama de Ishikawa, permitiendo visualizar de manera gráfica el conjunto de factores específicos (causas) que contribuyen al efecto y son clasificados en: mano de obra, medio ambiente, método de trabajo e inspección. Se presenta en la figura 2.1 el planteamiento del problema expresado en el diagrama de Ishikawa de la fábrica antigua de Primor y en la tabla 2.1 la descripción de cada factor.

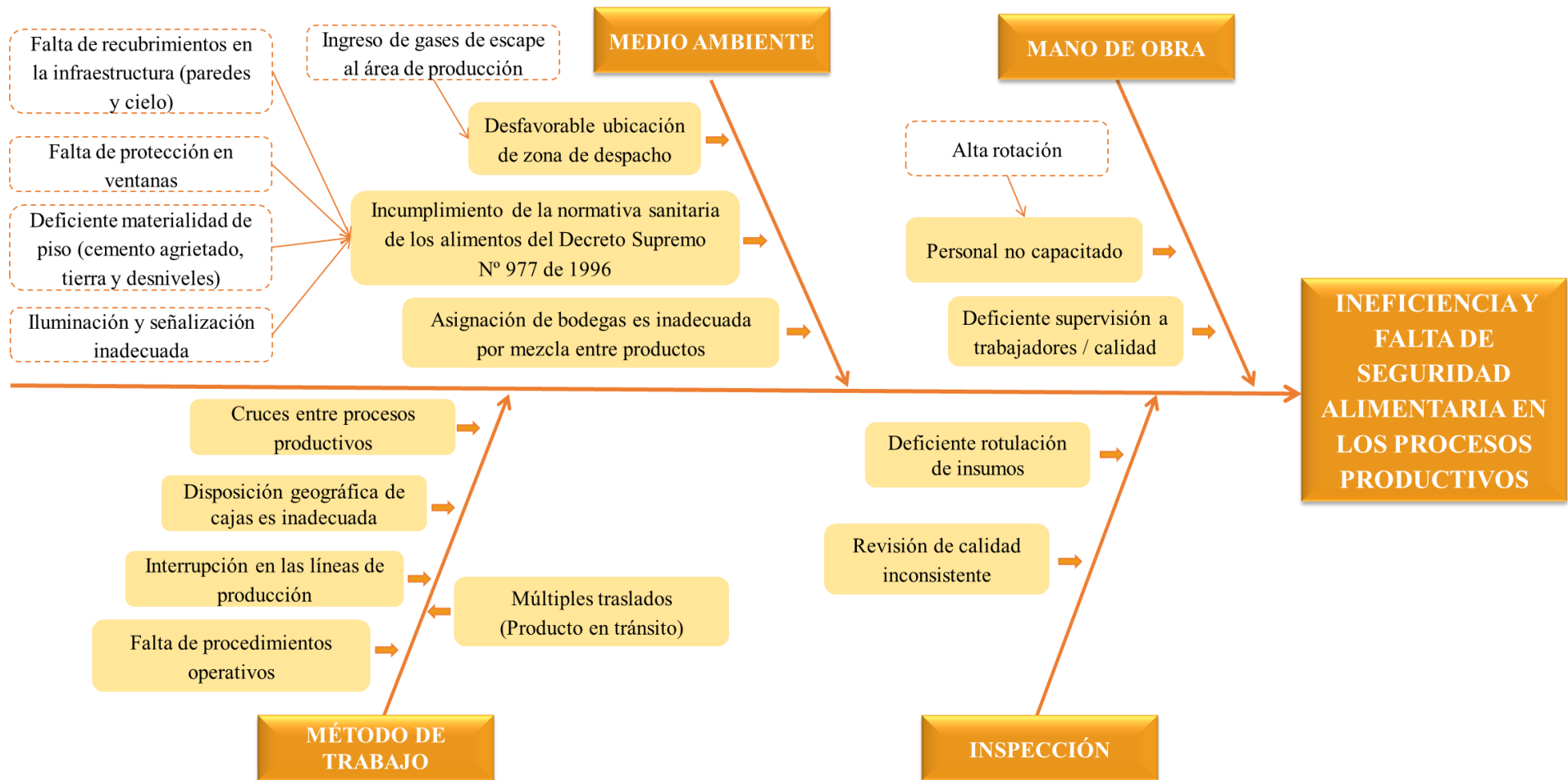


Figura 2.1: Planteamiento del problema con diagrama de Ishikawa.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la tabla 2.1 la cual describe las causas y el impacto presente según factor identificado.

Tabla 2.1:
Descripción del diagrama de Ishikawa.

Factor	Causa	Impacto
Método de trabajo	Falta de documentación sobre uso de herramientas, máquinas y manipulación de productos.	Confusión y demoras en procedimientos, riesgo de contaminación cruzada e interrupciones en la producción.
	Inadecuada ubicación de cajas junto a sacos de maní.	Congestión en los pasillos y exposición al riesgo de contaminación cruzada (maní producto alérgeno).
	Interrupción en líneas de producción por múltiples traslados.	Interrupciones en la producción y aumento en tiempos de trabajo.
Inspección	Falta de controles de calidad bajo la norma HACCP.	Riesgo en la calidad del producto.
	Falta de procedimientos de control para rotulación de insumos.	Dificultades en la trazabilidad, pérdida de tiempo y recursos, riesgo a la seguridad alimentaria.
Mano de obra	Alta rotación de trabajadores en el cargo de operario.	Desconocimiento de funciones y probabilidad de ejecución de procesos sin el aseguramiento alimentario.
	Inconsistente supervisión de calidad.	Baja calidad del producto.
Medio ambiente	Incumplimiento de normativa sanitaria de alimentos del Decreto Supremo 977/96 por carencia en recubrimientos de paredes y cielo.	Riesgo de contaminación, deterioro de las instalaciones, posibles sanciones legales y mala imagen para la empresa.
	Deficiente estado del piso, con grietas y desniveles en la instalación.	Riesgo de accidentes y dificultades en operaciones de limpieza.
	Falta de protección en puertas y ventanas.	Riesgo de entrada de elementos no deseados y falta de seguridad.
	Deficiente iluminación y señalización en la fábrica.	Riesgo de accidentes y dificultades en la operación.
	Ubicación desfavorable de la zona de despacho debido a la emisión de gases por parte de los camiones y vehículos que ingresan a la planta.	Riesgo de contaminación por cercanía al proceso productivo de ramitas, maní y envasado automático.

Fuente: Elaboración propia.

Mediante la herramienta, se analizan las causas que afectan la fabricación de alimentos con un impacto negativo en la empresa, en este caso el problema es la “ineficiencia y la falta de seguridad alimentaria en los procesos productivos”. Para ilustrar esto podemos revisar el punto 1.2.2 donde se muestran evidencias fotográficas de las causas mencionadas anteriormente.

2.2.1. Valoración de las causas

En base al diagrama de Ishikawa y los resultados obtenidos en la encuesta aplicada a los trabajadores (véase anexo D), se muestra la codificación, enumeración y la suma de los puntajes de cada causa. Los valores obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.2:
Jerarquización de las causas en base a encuesta.

Código causa	Causa	Ponderación	F. relativa	F. acumulada
C10	Cumplimiento de la normativa sanitaria de los alimentos del Decreto Supremo 977/96	28	13,4%	13,4%
C11	Asignación de bodega con mezcla entre productos	27	12,9%	26,3%
C7	Cruces entre procesos productivos	26	12,4%	38,8%
C6	Continuidad de las líneas de producción	24	11,5%	50,2%
C12	Ubicación de la zona de despacho	22	10,5%	60,8%
C5	Múltiples traslados en la planta (producto en tránsito)	21	10,0%	70,8%
C9	Disposición geográfica de cajas en la planta	19	9,1%	79,9%
C4	Revisión de calidad	10	3,8%	83,7%
C1	Personal capacitado	9	4,8%	88,5%
C8	Procedimientos operativos	9	4,3%	92,8%
C2	Supervisión a trabajadores/calidad	8	4,3%	97,1%
C3	Rotulación de insumos	6	2,9%	100,0%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2.2 se presentan las causas clasificadas con importancia de mayor a menor según la ponderación obtenida, se calcula la frecuencia relativa y acumulada de estas, permitiendo definir los valores relevantes para el análisis de la Ley de Pareto.

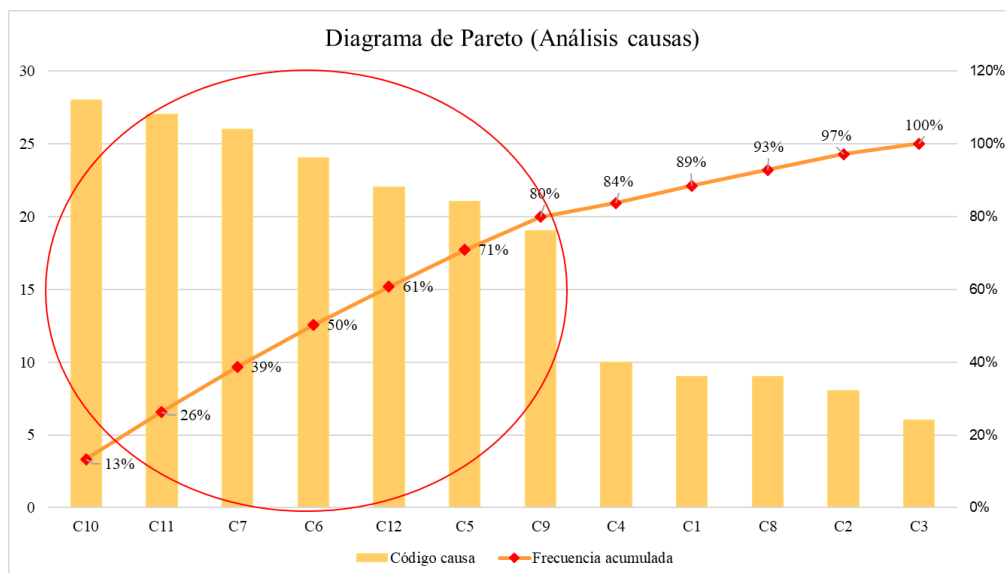


Figura 2.2: Diagrama de Pareto “Análisis causas” (2022).
Fuente: Elaboración propia.

Según figura 2.2, el 60% del total de causas encontradas alcanzan el 80% en frecuencia acumulada, implica que las más influyentes se deben abordar primero, las cuales representan un impacto al problema encontrado y se nombran a continuación:

- ***C10 - Cumplimiento de la normativa sanitaria de los alimentos Decreto Supremo 977/96:***
Esta causa engloba cuatro subcausas:

- Falta de recubrimientos en la infraestructura (cielo y paredes)
- Falta de protección en ventanas
- Iluminación y señalización inadecuada
- Deficiente materialidad de piso (cemento agrietado, tierra y desniveles)

- ***C11 - Asignación de bodega con mezcla entre productos***

- ***C7 - Cruces entre procesos productivos***

- ***C6 - Continuidad de las líneas de producción***

- ***C12 - Ubicación de la zona de despacho***

Su subcausa es: ingreso de gases de escape al área de producción de ramitas, maní y envasado automático

- ***C5 - Múltiples traslados en la planta (producto en tránsito)***

- ***C9 - Disposición geográfica de cajas en la planta***

2.2.2. Árbol del problema

A modo de una visualización general de la situación actual en la fábrica se presenta en la figura 2.3 el Diagrama árbol del problema que considera los efectos, el problema y las causas descritas anteriormente.

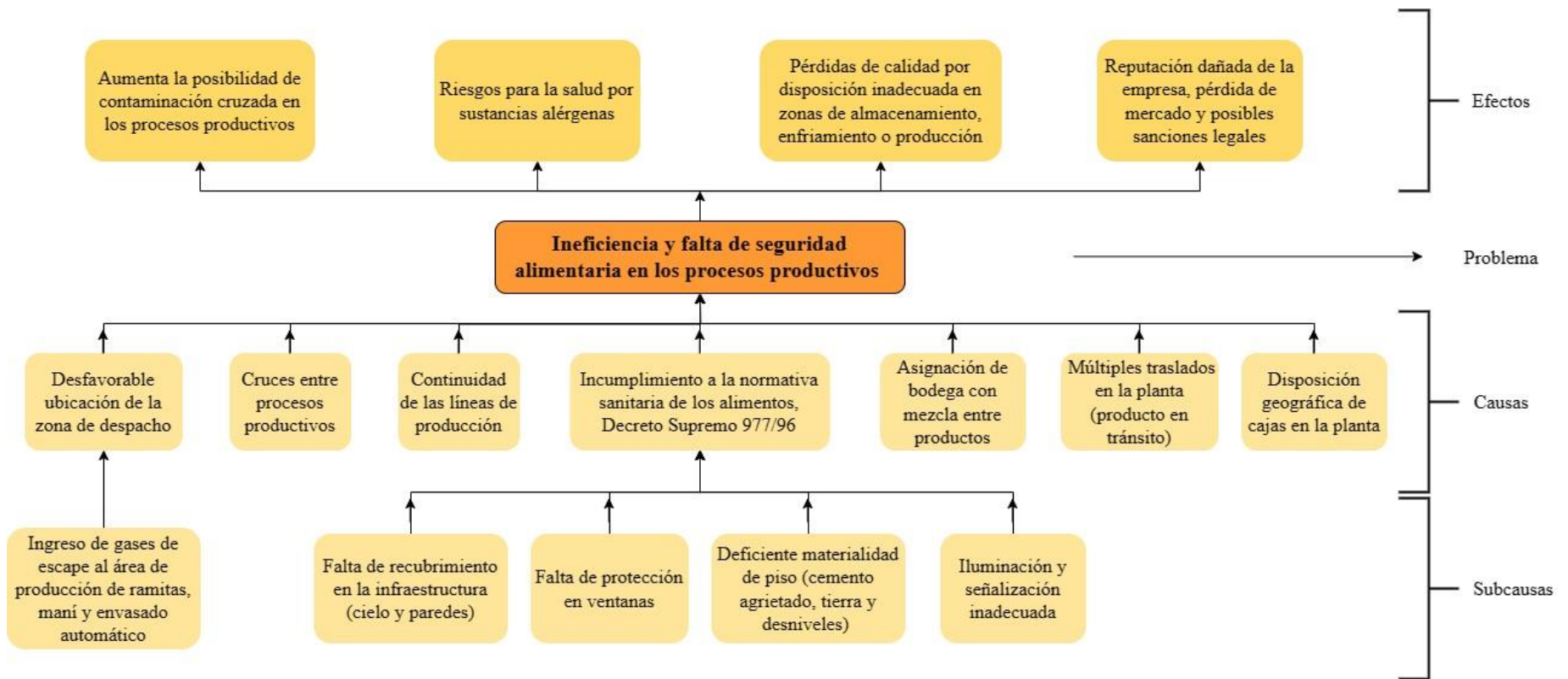


Figura 2.3: Clasificación de las causas y efectos con diagrama árbol del problema.
Fuente: Elaboración propia.

2.3. Justificación

2.3.1. Flujo del proceso productivo

Se utiliza el método de Spaguetti (véase figura 2.4) para mostrar las interrupciones e intersecciones que surgen en los flujos de fabricación de cada producto, se destaca que papas fritas y ramitas no se pueden fabricar a la misma vez porque utilizan la misma freidora, además, ramitas y maní tampoco se pueden fabricar al mismo tiempo porque utilizan el mismo espacio.

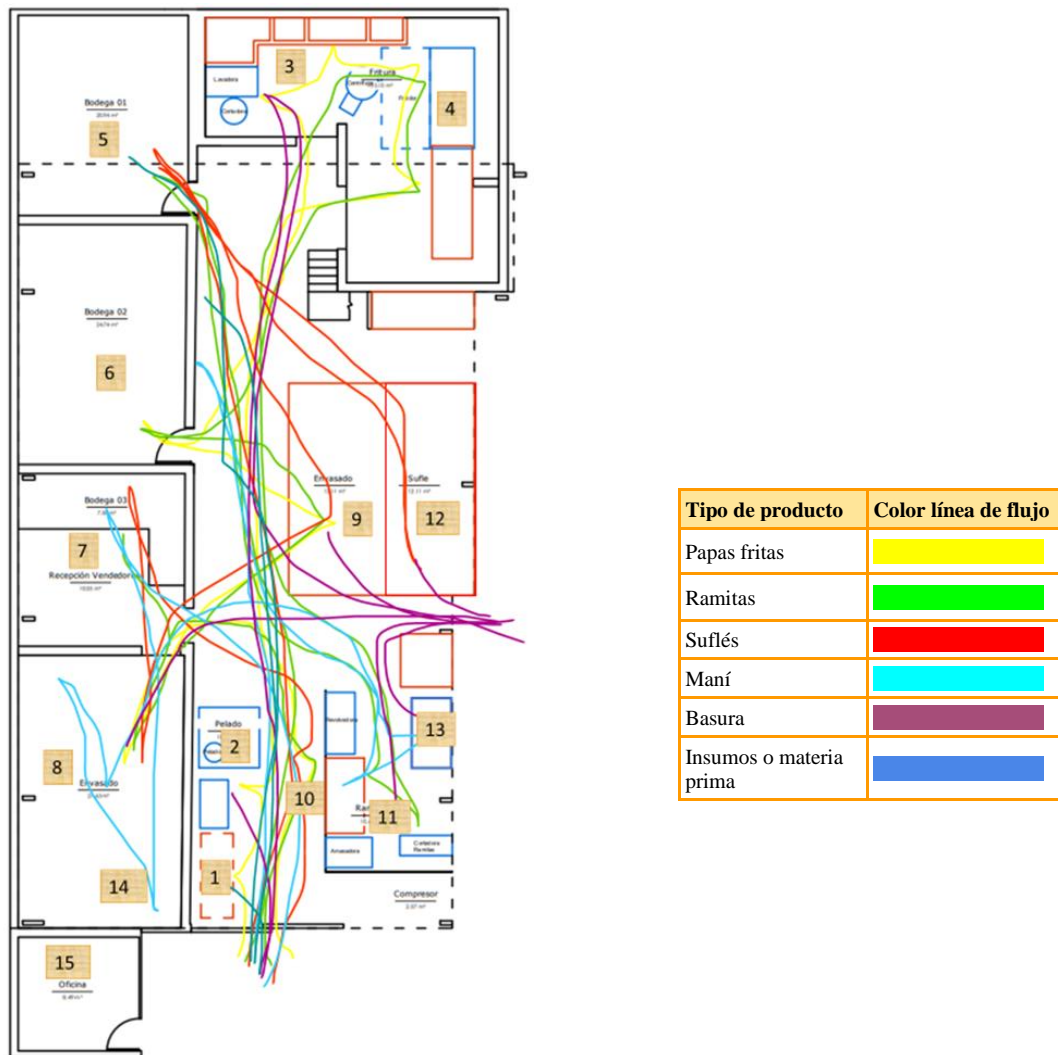


Figura 2.4: Layout adaptado a flujos de fábrica antigua (diagrama de Spaguetti).

Fuente: Elaboración propia.

La especificación detallada de las áreas representadas en la figura 2.4 se muestra en la tabla 2.3, donde se identifican las zonas y su respectiva descripción.

Tabla 2.3:
Identificación de áreas dentro del plano (Layout).

N°	Zona	Descripción
1	Recepción materia prima	Lugar destinado a sacos de papa para la producción del día
2	Zona de lavado	Se realiza lavado y pelado de papas
3	Zona de cortado	Se realiza el cortado y eliminación de chuño, además de centrifugar para retirar exceso de agua de las papas cortadas
4	Zona de fritura	Espacio destinado a la fritura de productos (papas y ramitas)
5	Almacenamiento Pc* y Pet***	Depósito de materia prima, envases y material de embalaje, insumos químicos y Pet (sufilé)
6	Zona de enfriamiento (Pet)	Sala de Pet a temperatura ambiente (papas fritas y ramitas)
7	Almacenamiento Pt***	Productos en la caja
8	Zona de envasado manual	En este sector se envasan manualmente los productos con máquina selladora
9	Envasado automático	En este sector se envasan por separado papas fritas cóctel, ramitas y suflés con máquina envasadora automática.
10	Zona de despacho	En esta área se encuentran las cajas listas para el retiro por parte de camiones
11	Zona preparación ramitas	Se realiza la preparación de las ramitas hasta obtener varitas que luego irán a zona de fritura
12	Zona preparación suflés	Se realiza el proceso completo del suflé
13	Zona fritura maní	Espacio destinado a la fritura de maní
14	Envasado automático de maní	Zona de envasado automático de maní con máquina envasadora
15	Oficina	Este sector está destinado a la administración de la empresa

Fuente: Elaboración propia.

Pc*: Producto crudo / Pet**: Producto en tránsito / Pt***: Producto terminado.

2.3.2. Problemas en procesos productivos

→ Papas fritas (cóctel e hilo):

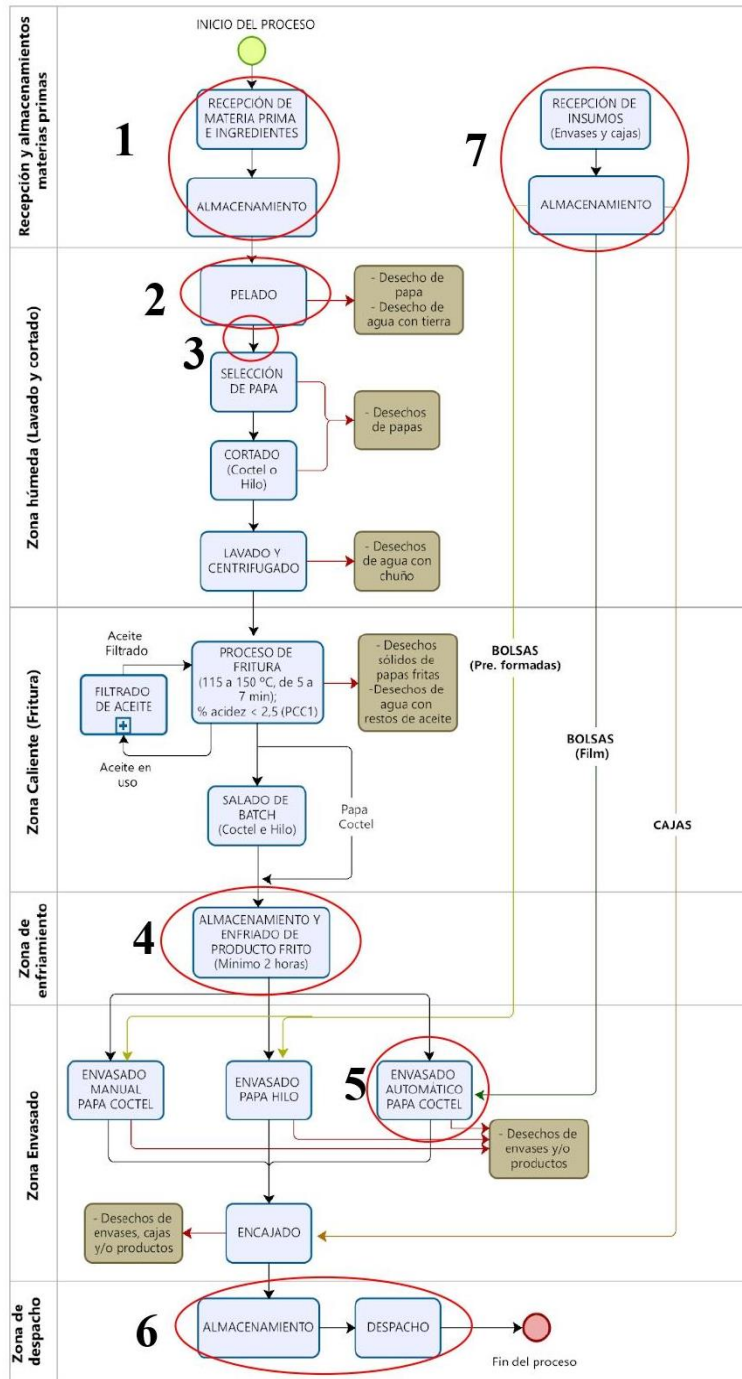


Figura 2.5: Diagrama de proceso productivo de papas fritas identificando áreas de impacto.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la tabla 2.4 se describen las áreas señaladas que impactan en el proceso productivo de papas fritas.

Tabla 2.4:
Descripción de áreas enumeradas que impactan de manera negativa en la producción de papas fritas.

Nº área	Área de impacto	Descripción del impacto
1 y 2	Recepción de sacos de papa	Genera cruces de procesos por disposición física de almacenamiento de sacos de papa y peladora, ésta última provoca contaminación por polvo y tierra de las papas.
3	Distancia entre pelado, lavado y centrifugado de papas	Necesidad de transportar productos en tránsito a lo largo de una distancia de dieciocho metros en cada ciclo.
4	Zona de enfriamiento	Espacio compartido con otro producto (ramitas), se mezclan procesos de temperatura y posible contaminación cruzada por sus ingredientes.
5	Falta de procedimiento para la envasadora automática	Retraso en el proceso de cambio de film en la máquina debido a la falta de procedimiento y el desconocimiento de los trabajadores en esta actividad. (300% de tiempo por sobre lo normal)
6	Contaminación por gases desde la zona de despacho	Contaminación debido a los gases de escape de los camiones, afectando la zona de envasado automático de papas fritas.
7	Espacio compartido	El espacio se define como “almacenamiento de materias primas” pero comparte el lugar con material de embalaje y producto terminado.

Fuente: Elaboración propia.

→ Ramitas (saladas, jamón serrano y queso):

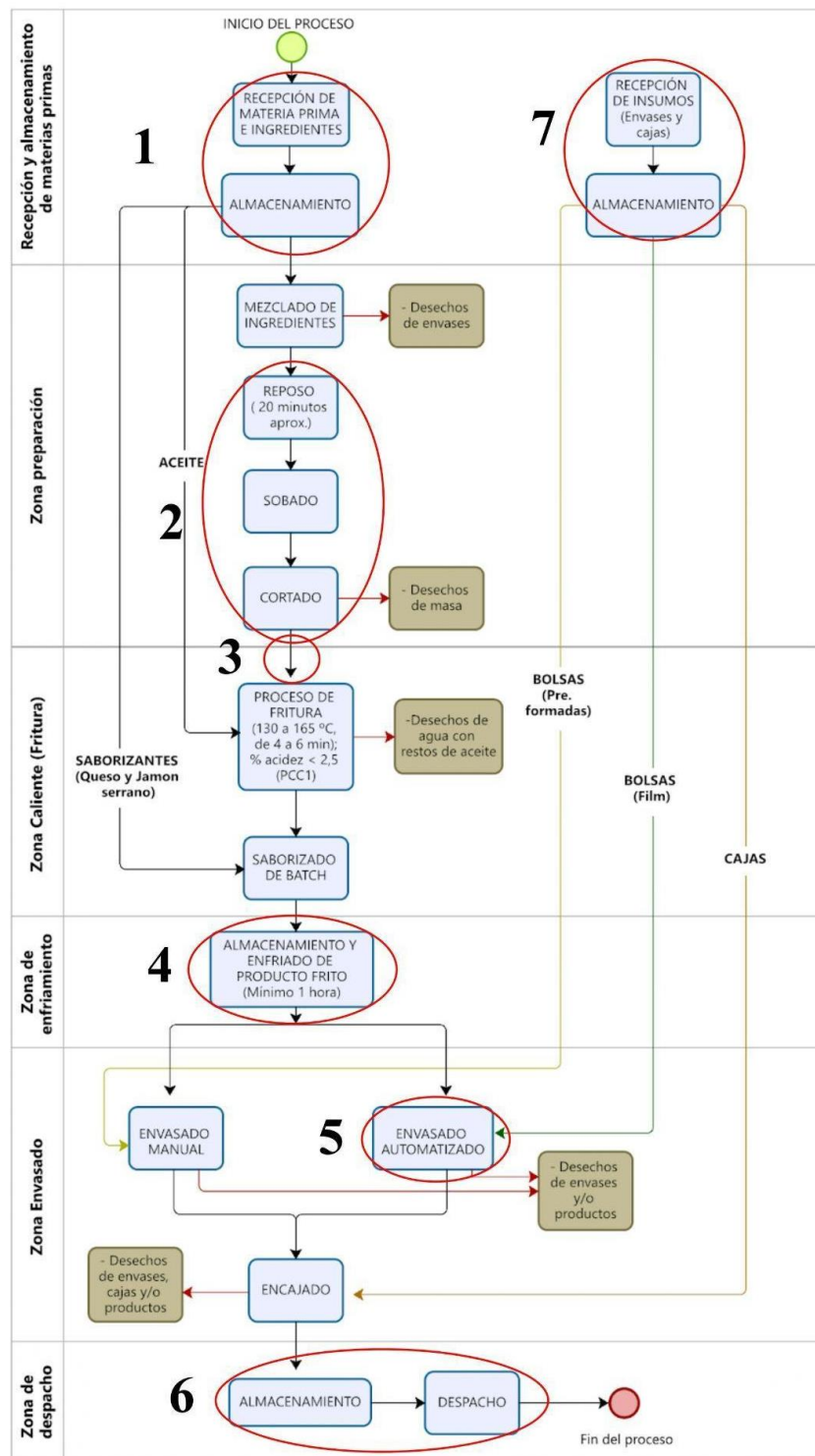


Figura 2.6: Diagrama de proceso productivo de ramitas identificando áreas de impacto.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la tabla 2.5 se describen las áreas señaladas que impactan en el proceso productivo de ramitas.

Tabla 2.5:
Descripción de áreas enumeradas que impactan de manera negativa en la producción de ramitas.

Nº área	Área de impacto	Descripción del impacto
1 y 7	Falta de seguridad alimentaria	El espacio se comparte entre material de embalaje (envases y film), insumos químicos (aditivos, colorantes, entre otros), materias primas, productos en tránsito (suflés en proceso de enfriamiento) y producto terminado.
2	Preparación de ramitas	Sólo existen paredes móviles que delimitan el área, por ende no posee cielo ni hermeticidad durante la producción.
3	Contaminación por distancia	Se recorren dieciocho metros desde el proceso de masas hacia la freidora, exponiendo el producto en tránsito a la contaminación.
4	Zona de enfriamiento	Espacio compartido con otro producto (papas fritas), se mezclan procesos de temperatura y posible contaminación cruzada por sus ingredientes.
5	Falta de procedimiento para la envasadora automática	Retraso en el proceso de cambio de film en la máquina debido a la falta de procedimiento y el desconocimiento de los trabajadores en esta actividad. (300% de tiempo por sobre lo normal)
6	Contaminación por gases desde la zona de despacho	Contaminación debido a los gases de escape de los camiones, afectando la zona de envasado automático y producción de ramitas.

Fuente: Elaboración propia.

→ Suflés (papa, queso y tutti frutti):

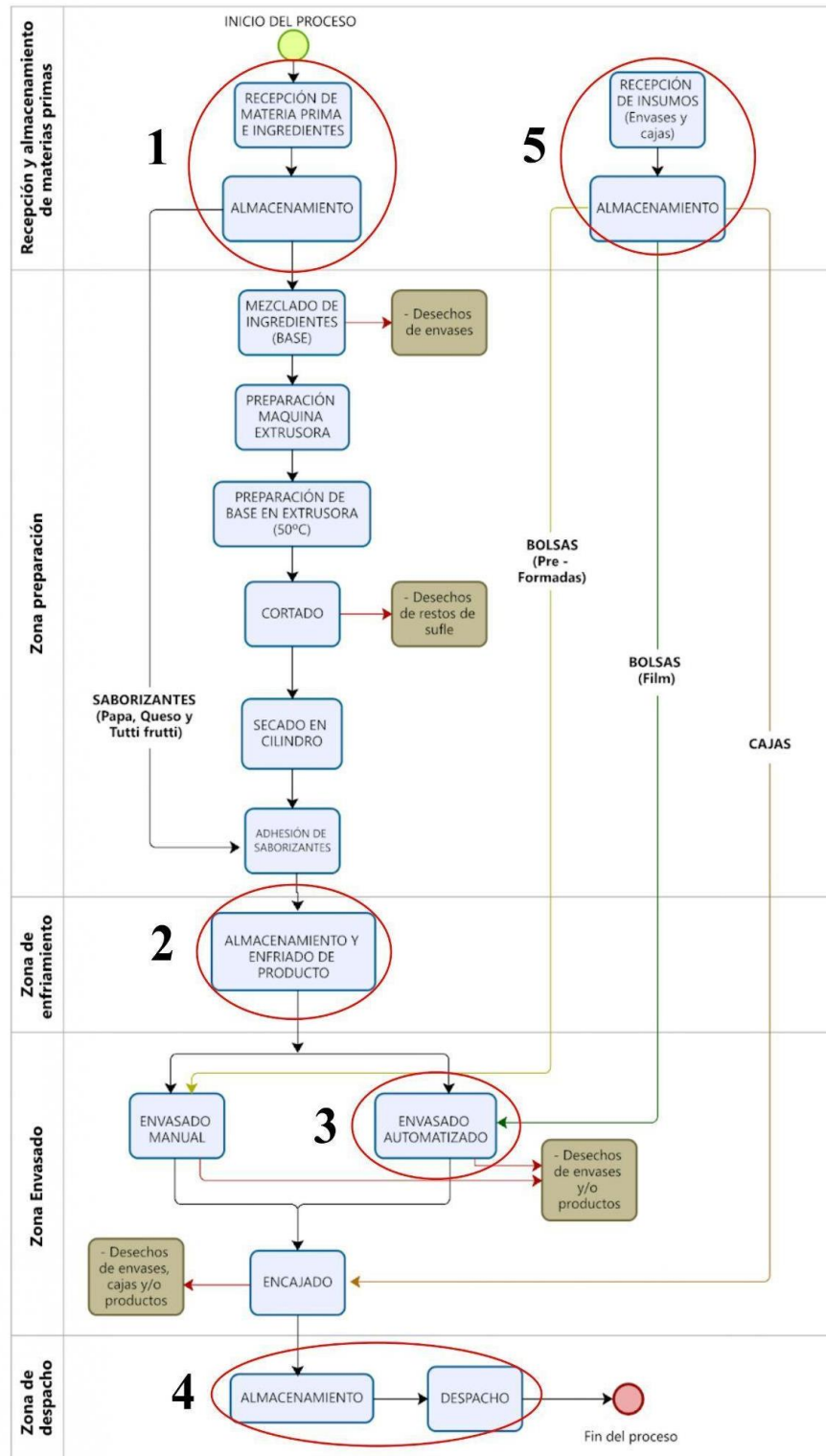


Figura 2.7: Diagrama de proceso productivo de suflés identificando áreas de impacto.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la tabla 2.6 se describen las áreas señaladas que impactan en el proceso productivo de suflés.

Tabla 2.6:
Descripción de áreas enumeradas que impactan de manera negativa en la producción de suflés.

N° área	Área de impacto	Descripción del impacto
1 y 2	Falta de seguridad alimentaria	Falta de zonas exclusivas de almacenamiento (materia prima e insumos), productos en tránsito (suflés en proceso de enfriamiento) y terminados.
3	Falta de procedimiento para la envasadora automática	Retraso en el proceso de cambio de film en la máquina debido a la falta de procedimiento y el desconocimiento de los trabajadores en esta actividad. (300% de tiempo por sobre lo normal)
4	Contaminación por gases desde la zona de despacho	Contaminación debido a los gases de escape de los camiones, afectando la zona de envasado automático y producción de suflés.
5	Falta de seguridad alimentaria	El espacio se comparte entre material de embalaje (envases y film), insumos químicos (aditivos, colorantes, entre otros), materias primas y producto terminado (suflés).

Fuente: Elaboración propia.

→ Maní:

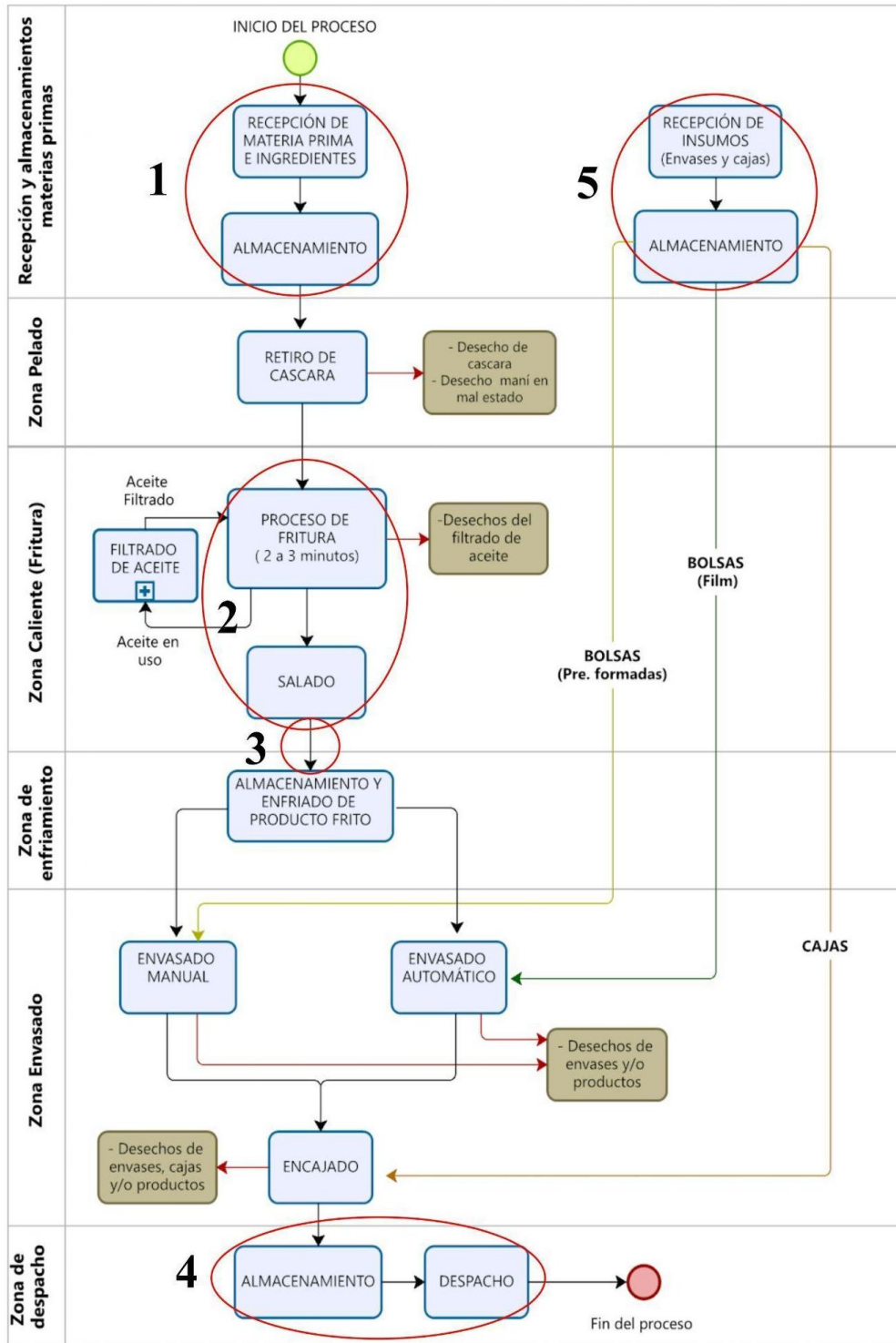


Figura 2.8: Diagrama de proceso productivo de maní identificando áreas de impacto.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la tabla 2.7 se describen las áreas señaladas que en el proceso productivo de maní.

Tabla 2.7:
Descripción de áreas enumeradas que impactan de manera negativa en la producción de maní.

Nº área	Área de impacto	Descripción del impacto
1	Falta de seguridad alimentaria	Falta de lugar asignado para los sacos de maní, obstruyendo el pasillo.
2	Proceso de fritura del maní	Comparte espacio con la producción de ramitas, no posee paredes de limitación y es un espacio abierto durante la producción, por ende se produce un producto o el otro.
3	Tiempo y movimientos en cada ciclo	Se transporta el maní a la sala de envasado en pequeñas cantidades, exponiendo el producto en tránsito a la contaminación en cada recorrido, además se genera un cruce con el pelado de papas.
4	Contaminación por gases desde la zona de despacho	Contaminación debido a los gases de escape de los camiones, afectando la zona de producción de maní.
5	Falta de seguridad alimentaria	El espacio se comparte entre material de embalaje (envases y film), insumos químicos (aditivos, colorantes, entre otros), materias primas y producto terminado (suflés).

Fuente: Elaboración propia.

2.3.3. Contaminación de alimentos

El gobierno es el encargado de fiscalizar los alimentos y su higiene, con ellos se apoyan de manuales y controles que se van actualizando a medida que la industria alimentaria evoluciona, garantizando la fabricación de alimentos seguros e inocuos. (Vásquez de Plata, 2003)

En cuanto a la contaminación se puede clasificar en base a tres tipos, y los que presentan en la empresa se mencionan a continuación:

- **Contaminantes químicos:** Este tipo es por medio de toxinas naturales, productos de limpieza (detergentes, desinfectantes, pesticidas, plaguicidas), metales pesados y plásticos, conservantes. Estas sustancias químicas entran en contacto con los alimentos perjudicando la producción y la comercialización final. Este bloque se ve presente en la empresa, por ejemplo en la falta de etiquetado, almacenamiento de los productos químicos juntos con productos terminados y materia prima (harinas, griz, entre otros). Además, de utilizar productos para el control de plagas siendo esto ineficiente porque se mantienen las aberturas de la fábrica.
- **Contaminantes biológicos:** Señala que es a través de los seres vivos (seres humanos, roedores, plagas de insectos o microorganismos). En la empresa se ven presentes por el ingreso de aves a la fábrica y el excremento que ellas depositan, por la abertura de las ventanas y el estado hermético del galpón que los trabajadores señalaron como estado muy insuficiente en la encuesta realizada, además del mantenimiento de los alimentos con temperaturas inadecuadas, la poca capacidad de desinfectar la superficie por su deterioro y mal estado (piso en desnivel, no apto para una limpieza ya que es de cemento), y por último, no existe separación de los alimentos en bodegas aptas para su permanencia.
- **Contaminantes físicos:** Son aquellos objetos presentes que generan molestias y que no encajan en ninguno de los otros dos contaminantes. En este caso se han visto trozos de madera y metal tirados en el piso, materiales de embalaje entorpeciendo pasillos de alto flujo de movimiento, plagas generadas por insectos y aves que tienen acceso libre.

Se ha identificado que el problema de la empresa radica en la ineficiencia y la falta de seguridad alimentaria en los procesos productivos. Esto se deriva de varios factores, como las largas distancias que los productos en tránsito deben recorrer para llegar a la siguiente estación de trabajo, lo cual genera cruces en los flujos productivos que se muestran en el punto 2.3.1. Asimismo, la asignación de bodega influye directamente en la contaminación cruzada entre insumos químicos, productos crudos, en tránsito y en etapa de enfriamiento. Además, surgen dificultades en la limpieza de la instalación debido al inadecuado recubrimiento actual, lo cual compromete la capacidad de garantizar una fabricación correcta, higiénica y viable. Es fundamental que las soluciones se implementen de manera simultánea.

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo general

Rediseñar el layout de la fábrica antigua de la empresa Productos Alimenticios Primor Limitada, complementado por un proyecto de reconstrucción.

2.4.2. Objetivos específicos

1. Analizar los procesos productivos, el sistema de almacenamiento y el layout actual que posee la fábrica para limitar el estudio.
2. Identificar las áreas de riesgo presentes en la fábrica con el fin de reconocer posibles fuentes de contaminación.
3. Diseñar una distribución de planta junto a un proyecto de reconstrucción que cumpla con las normativas pertinentes.

3. Metodología del proyecto

Para definir los pasos a seguir en la resolución del problema previamente identificado y para desarrollar los objetivos de este proyecto de título, se recurre a la “metodología de diseño de layout”, proporcionando un marco sólido de guía para la recopilación de datos, análisis y obtención de resultados.

3.1. Descripción

La intención es situar cada elemento dentro del proceso productivo con el objetivo de mejorar el tiempo, el espacio de la superficie, así como también el recorrido de los productos y de los trabajadores que realizan las operaciones, para lograr procesos más eficientes y culminar con la solución del problema, a continuación, se describen los pasos de la metodología bajo el siguiente esquema.

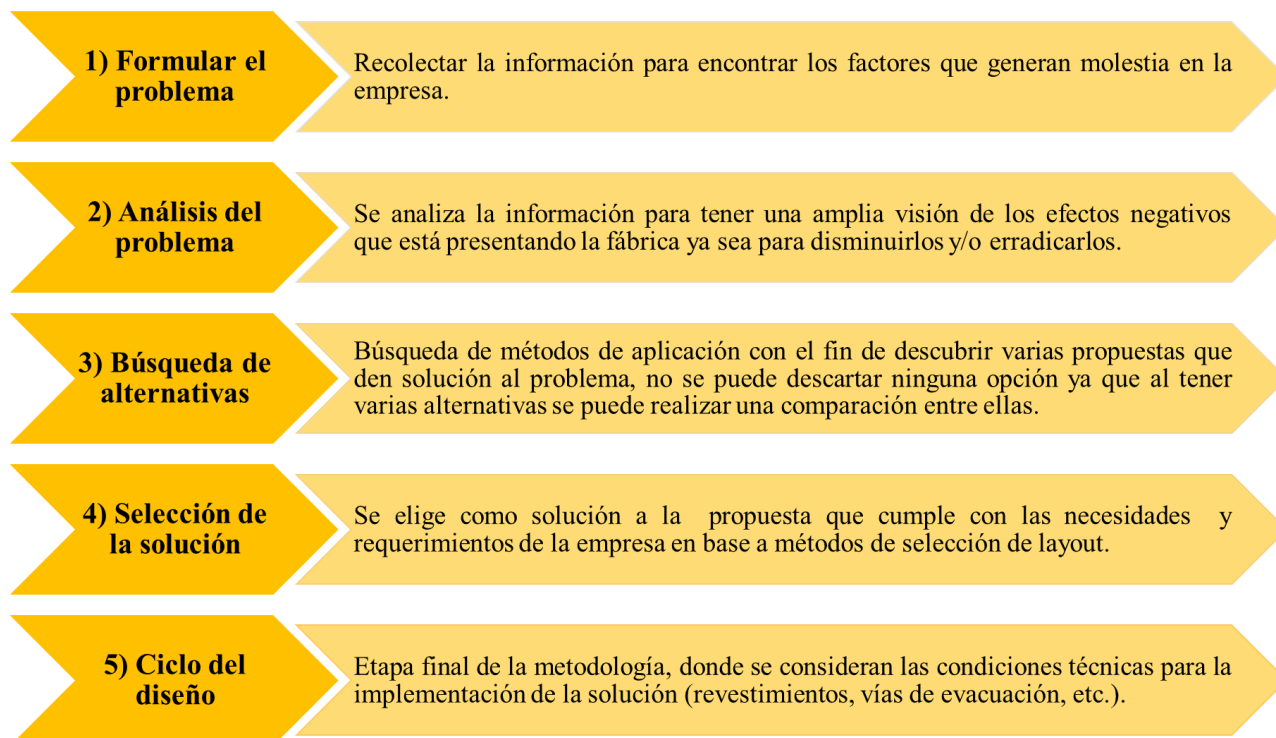


Figura 3.1: Metodología de diseño de layout.

Fuente: Metodología de diseño de layout, (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010)

4. Capítulo 4: Marco teórico

4.1. Distribución en planta

Cuando se usa el término distribución en planta según Muther “*La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller*” (Muther, 1970).

4.2. Tipos de distribución de planta (Layout)

Según el problema encontrado se determina que los tipos de distribución de interés son:

Distribución repetitiva y orientada al producto: Esta distribución se utiliza cuando se generan familias de productos y/o ensamble de piezas que forman un producto final, las estaciones de trabajo son repetitivas y continuas.

Distribución orientada al proceso: Según definición en este tipo de disposición se describe como, “*Es la forma tradicional de aportar una estrategia de diferenciación del producto, una gran ventaja es la flexibilidad para la asignación de equipo y mano de obra. Este tipo es conveniente para manejar la manufactura de lotes pequeños, así como la producción de una amplia variedad de partes en diferentes tamaños o formas*” (Render & Heizer, 2009).

4.3. Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP)

El control de calidad para las empresas alimentarias es fundamental por estar relacionados con la salud de los consumidores por medio de HACCP que es un *“Sistema que aborda la seguridad alimentaria desde un punto de vista global, ya que identifica, analiza y controla los peligros físicos, químicos y biológicos de las materias primas en sus distintas etapas del proceso de elaboración y la distribución del producto, garantizando un sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos”* (Eurofins, 2023).

4.4. Planificación Sistemática de Distribución de planta

Para abordar la solución al problema de ineficiencia en el proceso productivo por los cruces que se generan en la planta, se ha identificado el método que contribuirá al desarrollo de la solución. En esta sección, se describe el objetivo principal y las ventajas de utilizar el método.

El método de Planificación Sistemática de Distribución de planta o también conocido como Método SLP, se enfoca en optimizar la disposición de las instalaciones y es ampliamente utilizado para abordar desafíos de distribución estratégica en las plantas independiente de su naturaleza.

El método incorpora el flujo de materiales en su análisis y utiliza criterios cualitativos. A lo largo de su implementación sigue un enfoque sistemático y multicriterio, avanzando desde una información general hacia detalles específicos. Además, considera factores limitantes y condicionantes como el espacio disponible, las normativas y la ubicación geográfica. Es destacable por su capacidad de adaptación en los cambios en la demanda y por su potencial para mejorar la eficiencia, reducir costos y aumentar la satisfacción del cliente. (Pérez Gosende & Diéguez Matellán, 2008)

5. Capítulo 5: Aplicación del Método SLP

Siguiendo la metodología del proyecto en este capítulo se desarrolla la “**Búsqueda de soluciones**” la cual se realiza mediante la aplicación detallada de las fases del método SLP (figura 5.1) en la fábrica de Productos Alimenticios Primor Ltda.

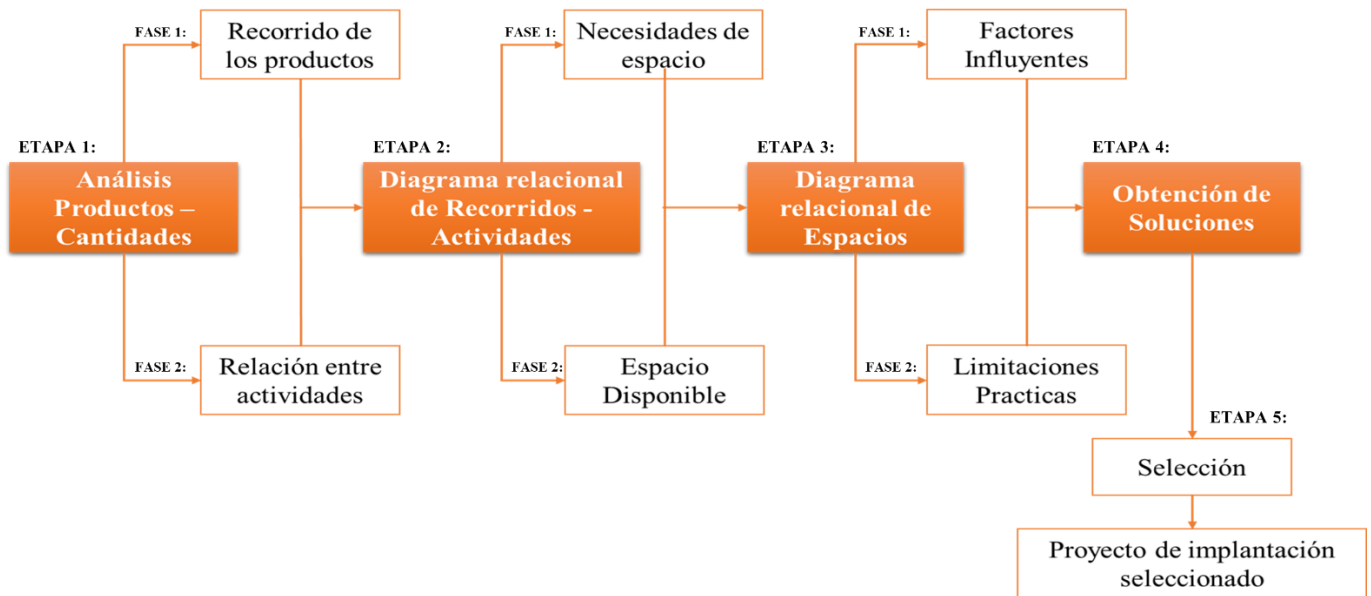


Figura 5.1: Fases método SLP

Fuente: Manual en distribución de plantas, (CEEI;CV, 2008).

A continuación, se desarrolla el método en base a la figura 5.1, cabe mencionar que tiene seis etapas, esta última es “proyecto de implantación seleccionado”, la cual no será ejecutada por el alcance de tiempo del proyecto. En consecuencia, se muestra el desarrollo de las cinco etapas con sus respectivas fases.

5.1. Etapa 1: Análisis Producto - Cantidad (situación actual)

Esta etapa tiene como objetivo determinar el tipo de distribución adecuado para la instalación según la cantidad a fabricar de los productos. Se desglosan los datos con respecto a los productos y su cantidad (miles de kilogramos) en los años 2021 y 2022. Se presenta en el siguiente gráfico la relación P-Q:

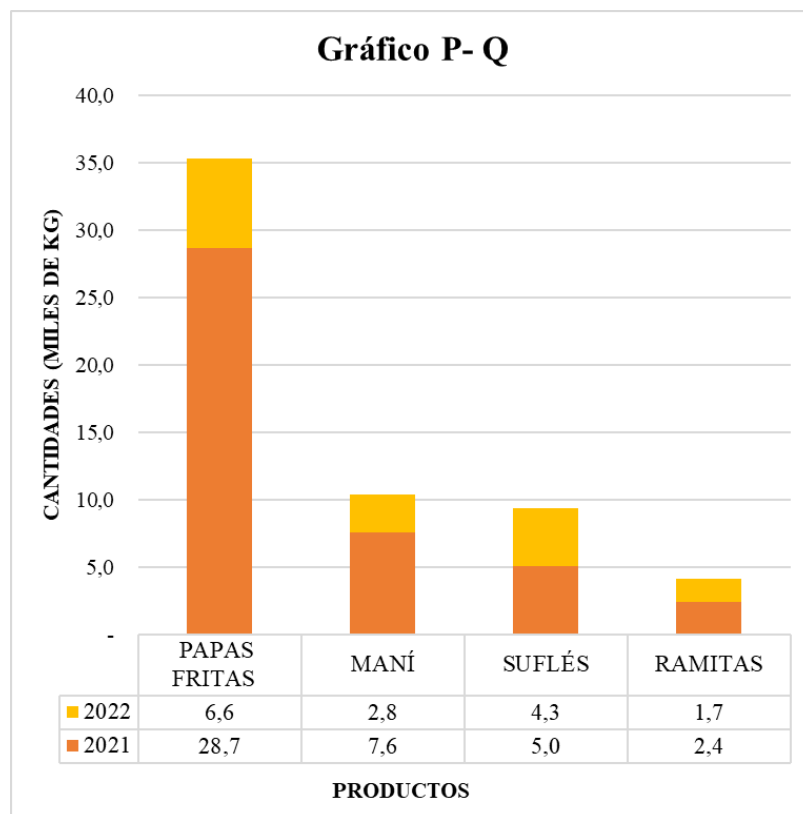


Figura 5.2: Gráfico de frecuencias P - Q, fábrica antigua (miles de Kg).
Fuente: Elaboración propia.

A partir de esta información, se puede apreciar una reducción de la producción considerable, se analiza que el maní, el suflé, las ramitas y papas fritas disminuye un 63%, un 14%, un 30% y 77% respectivamente.

En base al gráfico de frecuencias (véase figura 5.2), se crea un nuevo gráfico con el propósito de asignar a cada producto una categoría dentro del análisis ABC. De acuerdo con esta clasificación, los productos de alta demanda que presentan una marcada brecha de producción entre ellos y exhiben una distribución repetitiva orientada al producto, se clasifican como tipo A.

Por otro lado, los productos que se venden regularmente, aunque no en cantidades abundantes, se ubican en la categoría B, caracterizada por una distribución orientada al proceso. A continuación, se presenta el gráfico P - Q*, el cual señala el tipo de distribución que posee cada producto con respecto al análisis ABC.

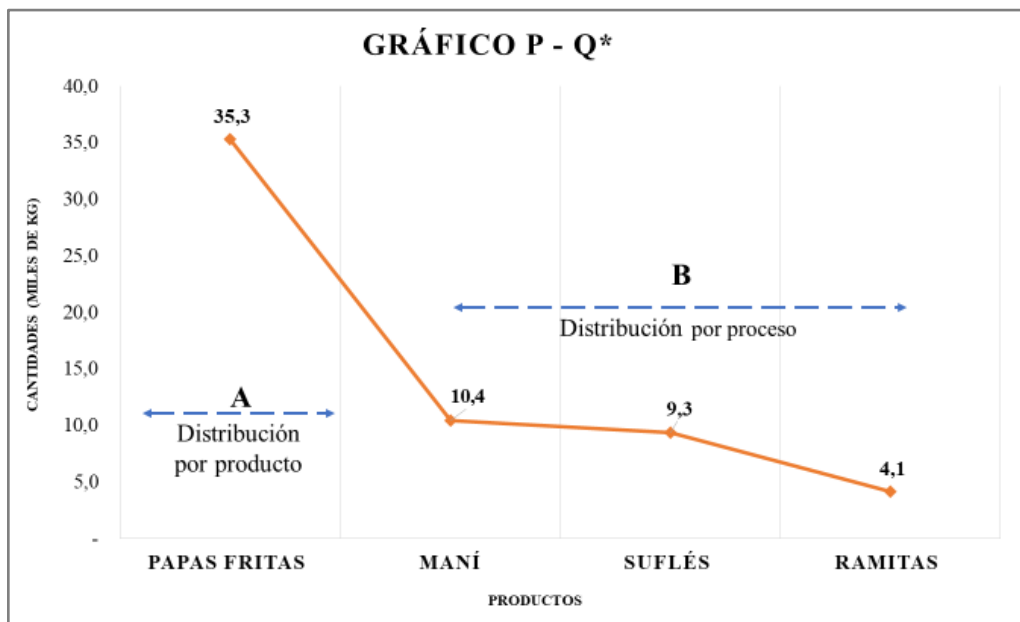


Figura 5.3: Gráfico de áreas P - Q*, fábrica antigua (miles de Kg).
Fuente: Elaboración propia.

Como resultado las papas fritas tienen un tipo de distribución orientado al producto al tener un mayor flujo durante el periodo señalado, al contrario, ramitas, suflés y maní tienen un tipo de distribución orientado al proceso con un menor flujo de producción. Por tanto, el objetivo de la empresa es incorporar los productos de tipo B en la clasificación tipo A, para enriquecer el desplazamiento rápido, potenciar la demanda y expansión en el mercado mayorista.

5.1.1. Fase 1: Recorrido de los productos (R)

Esta fase considera los movimientos o interacciones cronológicamente que se van enlazando paso a paso para lograr que el producto crudo sea un producto terminado. En este caso se utiliza el cursograma analítico, este permite documentar de manera gráfica esta secuencia de actividades, tiempo y distancia recorrida a lo largo del proceso productivo. A continuación, a modo de ejemplo se presenta uno de los cuatro cursogramas realizados, perteneciente al producto “ramitas” (véase figura 5.4), además en el anexo “F” se encuentran los cursogramas del resto de productos.

Cursograma analítico 3											
Diagrama Num: 3			Hoja Núm 1 de 1		Resumen						
Objeto:			Actividad			Actual	Propuesta				
Actividad: PROCESO PRODUCTIVO RAMITAS			Operación			8					
Método: Actual			Transporte			1					
Lugar: FÁBRICA ANTIGUA			Espera			2					
Operario (s):			Inspección			5					
Fecha núm:			Almacenamiento			1					
Compuesto por:			Distancia (m)			74,96					
Aprobado por:			Tiempo (min-hombre)			142					
Fecha:			Costo								
Fecha:			- Mano de obra								
			- Material								
			Total								
Nº actividades	Descripción	Ubicación	Cantidad	Tiempo min.	Distancia m.	Símbolo				Observaciones	
1	Recepción y almacenamiento de	5		12	20	X					Inch y colorantes
2	Amasado	11		5	0	X					Agregar paulatimamente
3	Traslado a zona de sobado			1	1				X		Obj: Masa homogénea
4	Reposo	11		20	1				X		
5	Sobado	11		5	1	X					Disminución de espesor
6	Cortado	11		2	1	X					
7	Sobado	11		5	1	X					Baritas
8	Traslado a zona de fritura			4	28				X		
9	Fritura	4		6	0	X					
10	Saborizado	4		1	0	X					
11	Inspección y control de calidad			N/A	N/A			X			
12	Traslado zona de enfiamiento			2	16,96				X		
13	Enfiamiento	5		60	0				X		
14	Traslado zona de envasado			2	2,5				X		Automático o manual
15	Envasado/Encajado	8 y 9		15	0	X					
16	Traslado zona de almacenamiento			2	2,5				X		
17	Almacenamiento	7		N/A	0					X	
Total				142	74,96						

Figura 5.4: Cursograma analítico de ramitas.

Fuente: Elaboración propia.

Luego de examinar y analizar dichos cursogramas se define que no se pueden realizar cambios en la correlatividad de los diseños dado que la preparación de cada producto es estricta y no se puede modificar, pero si la distribución de las zonas de producción.

5.1.2. Fase 2: Relación entre actividades

Una vez realizado el cursograma analítico en el punto anterior, se presenta la relación de las actividades del cursograma por producto con respecto a la utilización de cada área de trabajo en la fábrica.

Tabla 5.1:
Relación de actividades y áreas de trabajo por proceso productivo.

N°	Áreas de trabajo Fabrica antigua Primor Ltda.	Relación de actividades por producto			
		1) Papas fritas	2) Suflés	3) Ramitas	4) Maníes
1	Almacenamiento sacos de papa	1	-	-	-
2	Zona de pelado de papa	2	-	-	-
3	Zona de lavado y centrifugado de papa	4 - 5 - 6 - 7	-	-	-
4	Zona de fritura	9 - 10 - 11.	-	9 - 10.	-
5	Zona de enfriamiento y almacenamiento 1 (Bodega 1)	-	1 - 8.	1	1
6	Zona de enfriamiento (Bodega 2)	13	-	13	
7	Almacenamiento productos encajados (Bodega 3)	17	12	17	13
8	Sala de envasado manual	15	10	15	-
9	Zona de envasado automatico	15	10	15	-
10	Zona de despacho	17	12	17	13
11	Área producción de ramitas	-	-	2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7	-
12	Área producción de suflé	-	2 - 3 - 4 - 5 - 6	-	-
13	Área producción de maní	-	-	-	2 - 3 - 5 - 6 - 9
14	Envasado automatico maní	-	-	-	14
15	Oficina	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior identifica las áreas donde se realizan las distintas actividades productivas y establece una relación entre la importancia de cercanía. Aquellas se muestran en la tabla 5.2 con los respectivos valores, proximidad y color que reflejan la importancia de cada área con la actividad consecutiva de la producción. Para una comprensión más completa, se incluyen las razones de cercanía en la tabla 5.3, que indica a qué tipo de flujo están asociadas las áreas analizadas.

Tabla 5.2:
Importancia de la cercanía entre áreas.

Importancia de cercanía			
Valor	Puntaje	Proximidad	Color
A	8	Absolutamente necesaria	=====
E	6	Especialmente importante	=====
I	4	Importante	=====
O	2	Ordinaria	=====
U	0	Sin importancia	
X	2	No deseable	- - - - -
XX	4	Altamente indeseable	- - - - -

Tabla 5.3:
Razones de cercanía entre áreas.

Razones de cercanía	
Código	Motivo
1	Flujo materia prima
2	Flujo producto crudo
3	Flujo producto terminado
4	Secuencia flujo de trabajo
5	Mismo trabajador
6	Control de calidad
7	Compartir espacio
8	Uso del mismo equipo
9	Limpieza
10	Contaminación

Fuente: Adaptación de Manual en distribución de plantas, (CEEI;CV, 2008)

Como resultado de la interpretación de los parámetros anteriores, se realiza un diagrama general con la recopilación de estos ítems, ya sea las relaciones entre áreas y actividades, además de la importancia y razones de cercanía, las cuales representan la unión de un área con otra. Se presenta en la figura 5.5 la tabla de relaciones de actividades de los productos en la fábrica.

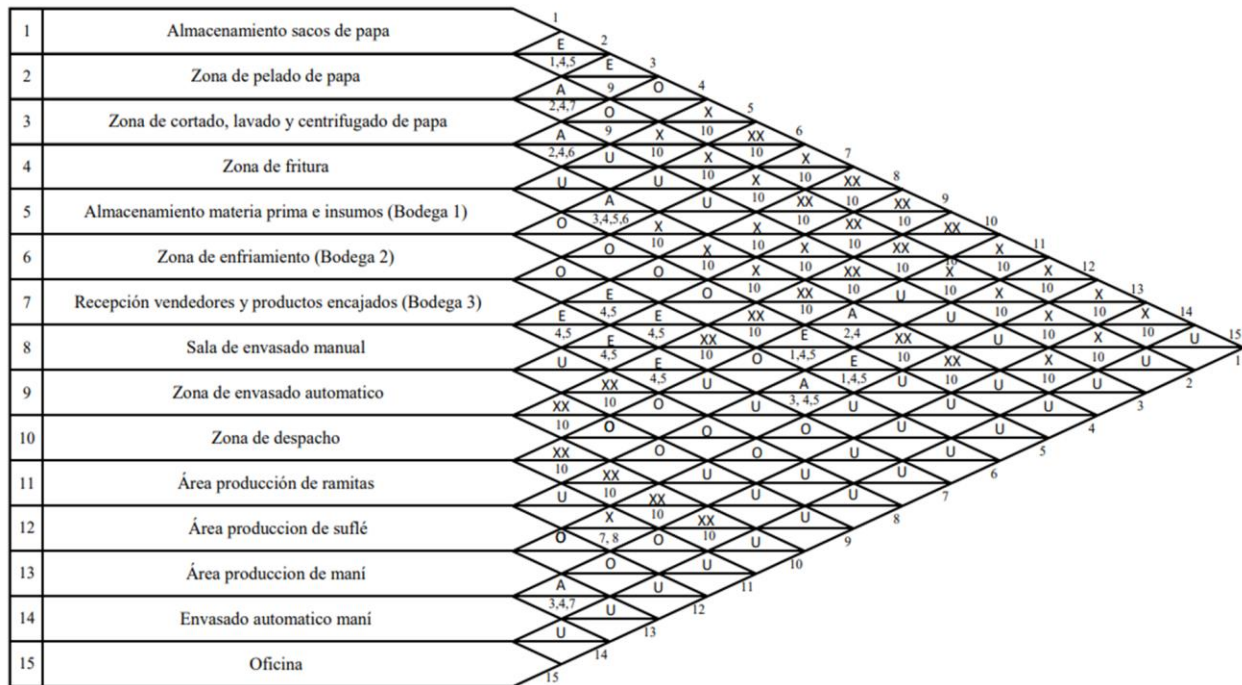


Figura 5.5: Relaciones entre actividades de la fábrica
 Fuente: Elaboración propia.

Para esclarecer la figura 5.5, luego de observar, identificar e interceptar las áreas. Se menciona que, el área N° 2 (zona de pelado de papa) y el área N° 3 (zona de cortado, lavado y centrifugado de papa), se puede concluir que tienen una importancia de “A” (Absolutamente necesaria) dado que son actividades consecutivas del proceso productivo papas fritas. Además, esta clasificación se respalda mediante las razones de cercanía correspondientes a 2, 4 y 7 (relacionados con el flujo producto crudo, secuencia flujo de trabajo y compartir espacio respectivamente).

5.2. Etapa 2: Diagrama relacional de recorridos y actividades

El siguiente diagrama representado en la figura 5.6, pretende ordenar las actividades en base a la información previa, presentándose en nodos unidos por líneas que expresan las relaciones entre ellas en cuanto a intensidad, importancia y relevancia en base a la figura 5.5 y se apoya en la simbología de cada figura representada en el anexo E. Esta organización pretende clarificar el número de cruces entre las áreas, centrándose en aquellas de mayor relevancia para la reorganización del espacio.

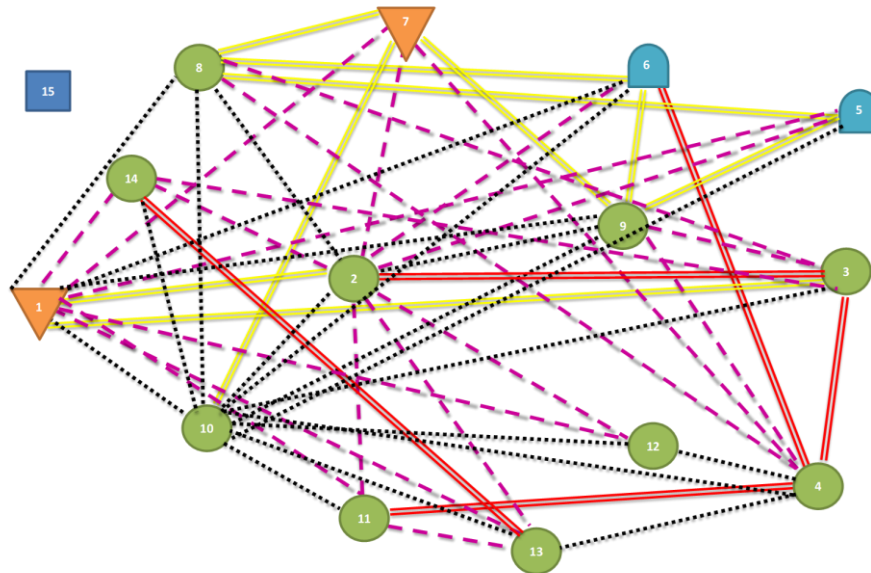


Figura 5.6: Diagrama relacional de actividades.
Fuente: Elaboración propia.

A partir de la figura anterior, nuestro objetivo es lograr que las actividades con mayor importancia queden más cercanas cumpliendo con los parámetros de razón e importancia de cercanía, se desprende un nuevo diagrama que busca reflejar una distribución sin cruces entre las categorías “A” (línea color rojo) y “E” (línea color amarillo) para el nuevo Layout. La figura 5.7 presenta las zonas productivas de las categorías “A” y “E”.

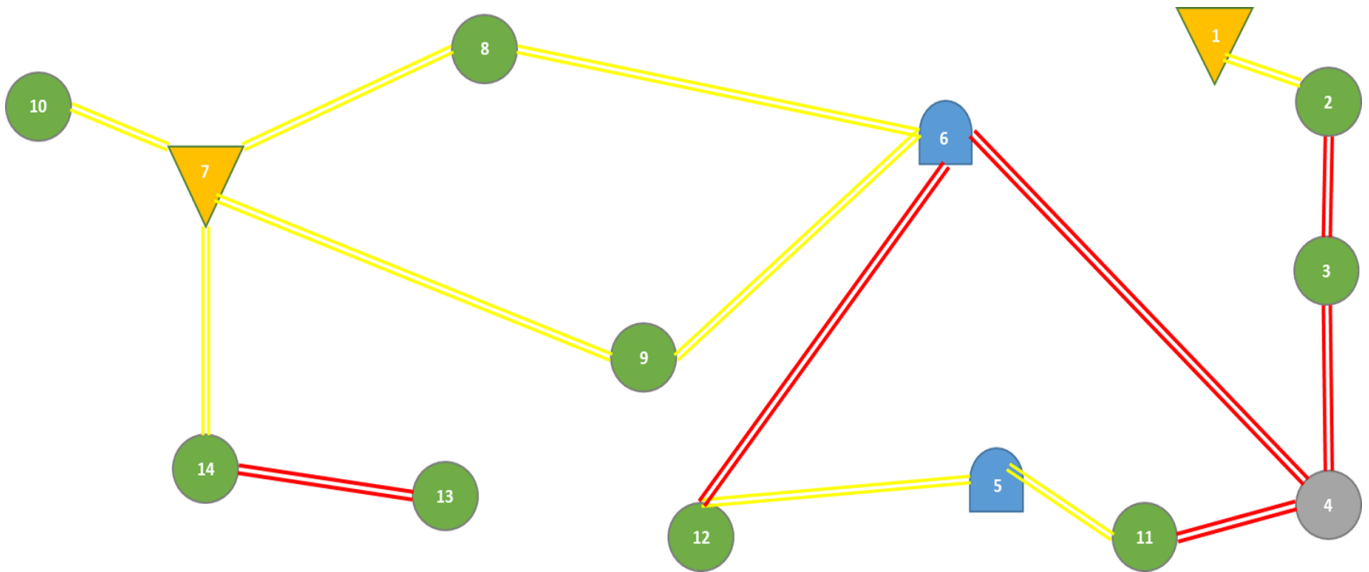


Figura 5.7: Diagrama relacional de actividades ordenado.
Fuente: Elaboración propia.

5.2.1. Fase 1: Necesidades del espacio

Para continuar, se debe tener en cuenta que las actividades se realizan en una superficie determinada, por ende, es necesario conocer las dimensiones de aquellos espacios (zonas productivas) contabilizando las máquinas más la distancia agregada (0,6 m por lado) por normativa de desplazamiento de los operarios (véase anexo G). En la tabla 5.4 se presentan las medidas de cada máquina y área de producción a la que pertenece por producto.

Tabla 5.4:

Medidas de cada máquina dentro de la fábrica.

Máquinas en fábrica antigua por producto				
Máquina	Sala	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)
Envasadora automática	Envasado automático	2,1	2,45	2,85
Extrusora	Suflés	5,1	1,85	2
Piscina bomba de agua	Suflés	1,35	1,25	2,75
Filtro de aceite	Fritura	1,15	2,2	2,1
Amasadora	Producción ramitas	0,75	1,15	1,15
Cortadora	Producción ramitas	0,5	1,2	0,95
Revolvedora de masa	Producción ramitas	1,5	0,62	1,15
Freidora maní	Producción maní	1,2	2	2,8
Pallets maní	Producción maní	1,1	1,7	
Envasadora maní	Envasado maní	2	1,3	2

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2. Fase 2: Espacio disponible

El ajuste de las necesidades y disposiciones de espacio suele ser un proceso de correcciones, acuerdos y desacuerdos. Por ello, se diseña una tabla donde se detalla la superficie real destinada en base a información del anexo B.1 para cada actividad y la modificación de dicha superficie para las propuestas de layout. Se muestra una lista con espacios que no se pueden utilizar por solicitud de la empresa.

- A. La superficie del segundo piso es considerada bodegas particulares del dueño (espacio utilizado para almacenamiento de cajas). No son parte integral del área de operaciones.
- B. El estacionamiento no es un área disponible.
- C. Se puede disponer del espacio de oficina en caso de ser necesario.

A continuación, se presenta la tabla 5.5 que muestra la superficie actual y ajustada de cada área productiva, esta última se calcula en función de la importancia de la ocupación del espacio considerando que es lo mínimo que se debe tener por área. Por ejemplo, se utiliza la superficie de la oficina para distribuirla en áreas productivas.

Tabla 5.5:
Espacio disponible de superficies.

N°	Áreas de trabajo Fábrica antigua Primor Ltda.	Actual	Espacio ajustado
		Superficie (m ²)	Superficie ajustada (m ²)
1	Almacenamiento sacos de papa	4,91	5,70
2	Zona de pelado de papa	5,60	5,76
3	Zona de lavado y centrifugado de papa	12,31	14,43
4	Zona de fritura	22,78	20,42
5	Almacenamiento materias primas e insumos (Bodega 1)	20,94	14,45
6	Zona de enfriamiento (Bodega 2)	24,76	24,90
7	Almacenamiento productos encajados y recepción vendedores (Bodega 3)	16,73	9,49
8	Sala de envasado manual	27,63	16,75
9	Zona de envasado automático	12,11	9,81
10	Zona de despacho	0,00	4,80
11	Área producción de ramitas	8,56	10,49
12	Área producción de suflé	12,11	12,11
13	Área producción de maní	5,64	7,27
14	Envasado automático maní	0,00	7,00
15	Oficina	8,49	0,00
	TOTAL	182,57	163,38

Fuente: Elaboración propia.

5.3. Etapa 3: Diagrama relacional de espacios

En conjunto de la figura 5.7 y la tabla 5.5, se realiza el diagrama relacional de espacios “mínimos requeridos”, a continuación, en la figura 5.8 se presenta el diagrama con sus respectivas dimensiones de áreas ajustadas representando cada una de las zonas que se utilizarán de base para las propuestas de layout.

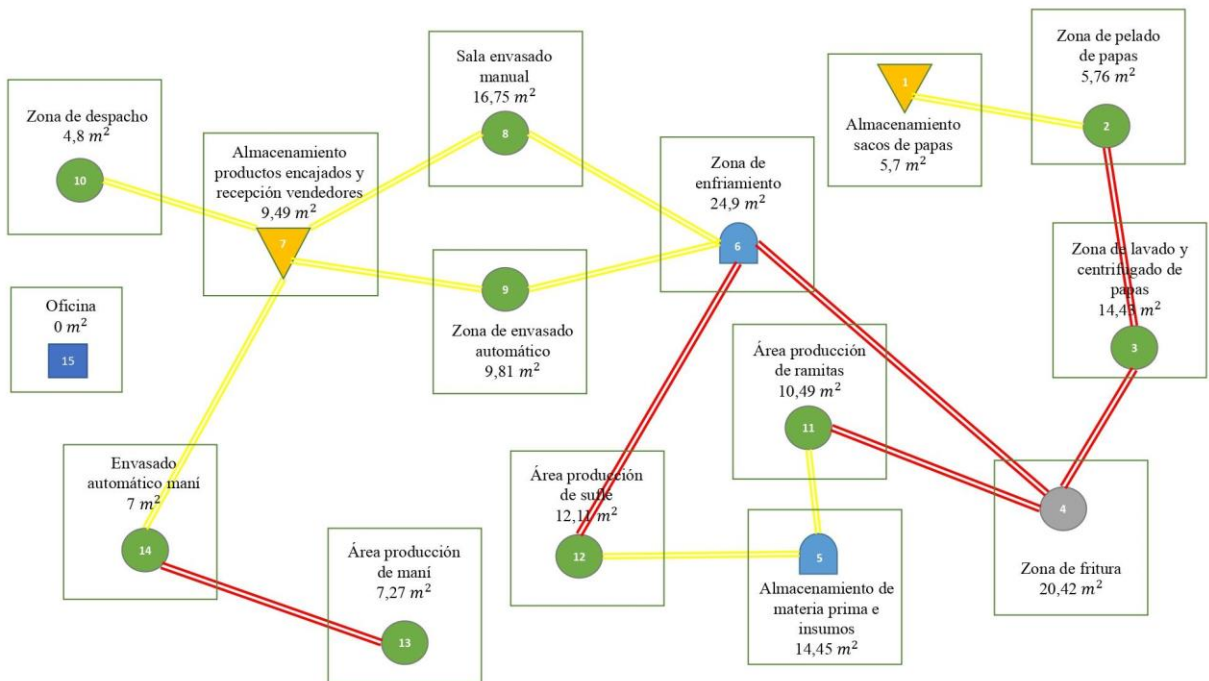


Figura 5.8: Diagrama relacional de espacio y actividades.
Fuente: Elaboración propia.

Se debe destacar, que este formato de diagrama relacional de espacio y actividades es la base para todas las propuestas de layout que vienen en la siguiente etapa, logrando generar distintas soluciones para el problema de distribución física de planta representados en bloques de áreas.

5.3.1. Fase 1: Factores influyentes

El diagrama relacional de espacios ajustados es base para las propuestas de layout, no es solamente adecuar el orden de estas áreas sino también delimitar entre factores que influyen en el proceso de análisis de las propuestas de solución. En la metodología SLP, se emplean los ocho Factores de Muther dado que se consideran primordiales para el desarrollo, los cuales se describen a continuación:

- **Factor material:** En este factor se incluyen las materias primas, insumos, productos en proceso, productos terminados y productos por despachar, acopio de materia prima con contenido químico, material para mantenimiento, insumos de embalaje y repuestos de máquinas. Se considera importante por las características propias de cada uno de ellos, ya sea en tamaño, forma, volumen, peso o características especiales.
- **Factor maquinaria:** Este factor implica tener un conocimiento preciso de todas las máquinas y equipos en funcionamiento que desempeñan un papel fundamental en el proceso productivo de la fábrica. Su consideración es esencial no sólo desde una perspectiva de eficiencia productiva, sino también en términos del costo global del proyecto.
- **Factor hombre:** Las particularidades de este factor son la mano de obra directa que van desde los operarios hasta jefaturas, además es el más flexible y adaptable, con la posibilidad de repartir el trabajo a ejecutar y la producción manteniendo su calidad. Otras consideraciones son las condiciones de trabajo y seguridad para ellos (accesos adecuados, salidas de emergencia bien señalizadas, entre otras). En este factor se toman en cuenta dos disposiciones importantes que son el hombre y el movimiento, por ende, se recomiendan dimensiones estándar para la disposición del puesto de trabajo (véase anexo G).

- **Factor movimiento:** En este factor se combinan los tres primeros elementos de producción (material, hombre y maquinaria) es la forma como se trasladan, manejan o transportan los productos en sus distintas etapas de producción (crudo, en tránsito o terminados) hacia el siguiente punto en la línea productiva evitando generar cruces en la continuidad de los procesos, con el fin de evitar acciones innecesarias en los trabajadores.

- **Factor espera:** Este factor se ve reflejado en las zonas de almacenamiento ya que materias primas e insumos de característica no perecibles (gritiz, harina, envases, etc.), se compran en grandes cantidades para abaratar los costos. Sin embargo, permanecen ahí por tiempos prolongados produciendo una mezcla entre productos crudos y terminados (bolsas de suflé en proceso de enfriamiento sobre sacos de harina) por falta de espacio. Otro elemento de espera surge cuando se deben cambiar los rollos de film en la envasadora automática, ya que no todos los trabajadores cuentan con el conocimiento para ejecutar la tarea. En la nueva distribución se espera contar con bodegas o zonas de almacenamiento independientes para cada tipo de producto ya sea crudo, en tránsito o terminado.

- **Factor servicio:** Para este factor es necesario contar con la iluminación, señaléticas de emergencia y generales para el conocimiento de los trabajadores, además de participar con una adecuada supervisión en cuanto a controles de producción, mermas y calidad en general de la fábrica.

- **Factor edificio:** Este factor influye directamente en el problema presentado, ya que se refiere a las especificaciones que debe tener una instalación, en este caso se debe cumplir con los recubrimientos estipulados en cielo, piso y paredes, además de los ajustes necesarios en cuanto a la distribución de las áreas productivas.

- **Factor cambio:** Es importante que la empresa esté consciente que a pesar de contar con un nuevo layout, es esencial realizar revisiones periódicas debido a la continua evolución de las industrias. La facilidad de adaptarse a los cambios es parte de la flexibilidad y eficiencia de una buena distribución de planta efectiva.

5.3.2. Fase 2: Limitaciones Prácticas

En la empresa se presentan ciertas limitaciones prácticas que se convierten en obstáculos (terreno, maquinaria y mano de obra) a considerar para una nueva distribución. Por ejemplo, en la instalación, la extracción de aceite de la freidora de maní requiere una salida de campana que lleva el vapor al exterior, la cual debe ser vertical y sin afectar la zona del segundo piso donde están las cajas apiladas. Se determina como otra limitación la ubicación física de la escalera hacia el segundo piso, que debe situarse en zonas alejadas de la línea de producción debido al acceso y la interrupción que puede generar. Además, se deben considerar restricciones de infraestructura relacionadas con la normativa para las instalaciones dedicadas a la fabricación de alimentos, algunos casos típicos son los siguientes:

- Se necesita que los pisos sean lo suficientemente resistentes para soportar la carga de las máquinas pesadas sin sufrir daños por esfuerzos de compresión.
- Las condiciones de seguridad relacionadas al escape de vapor, aceite a alta temperatura, las conexiones que mezclan electricidad con agua, y las operaciones de mayor esfuerzo.
- El cumplimiento de la regulación legal exigida por la autoridad sanitaria y las normas de calidad de los alimentos vigente en Chile.
- Controles de calidad como HACCP y el manual de las buenas costumbres de manufactura (BPM), las cuales velan por productos inocuos para el consumo en todas sus etapas de producción.

5.4. Etapa 4: Alternativas de solución (propuestas de layout)

Mediante el análisis de factores influyentes y limitaciones prácticas, se evidencia que ambas consideraciones son relevantes y representan los parámetros que se deben cumplir en la elección. En consecuencia, se integran estos elementos en las propuestas de diseño de layout que se detallan a continuación:

- Propuesta A: Esta propuesta busca mejorar el espacio actual de la fábrica mediante la reubicación de áreas. Se basa en el diagrama relacional de espacios y actividades (figura 5.8), la cual refleja la continuidad de las zonas de producción donde las líneas rojas seguidas por las líneas amarillas señalan las cercanías de las zonas por orden de importancia entre ellas, esta representación se muestra en la figura 5.9.

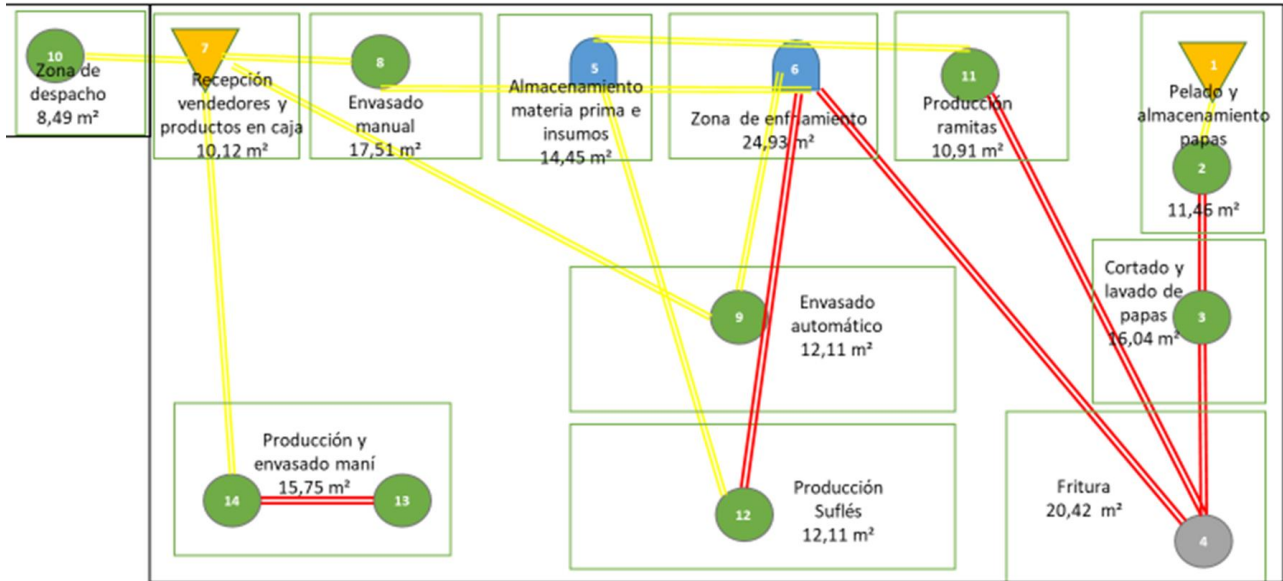


Figura 5.9: Layout propuesta A.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la figura 5.9.1 la cual refleja los cambios realizados en esta propuesta encerrados con el número correspondiente. Además, en la figura 5.9.2 se muestra el diagrama de spaghetti en esta propuesta.

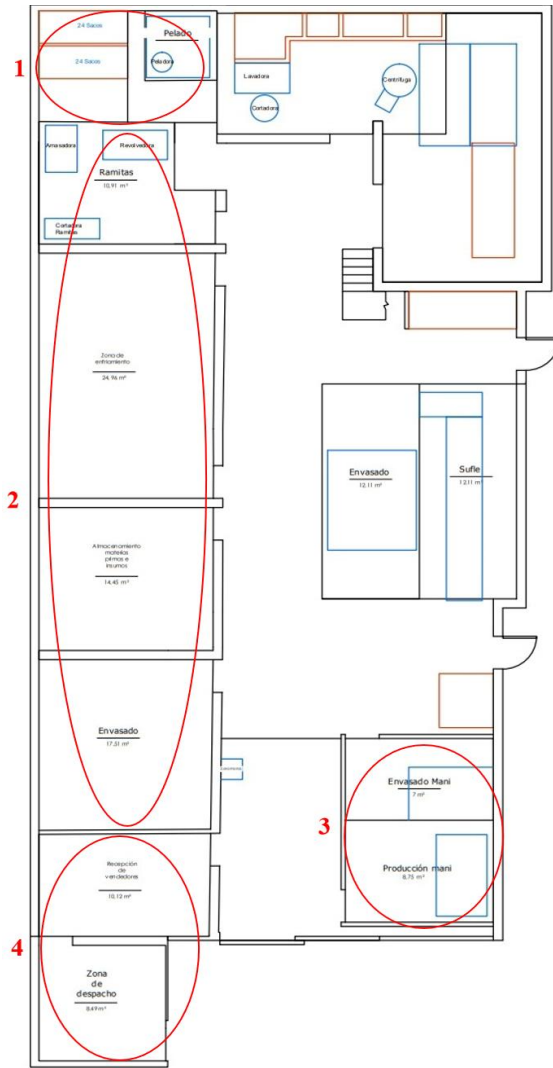


Figura 5.9.1: Layout propuesta A en formato AutoCAD.
Fuente: Elaboración propia

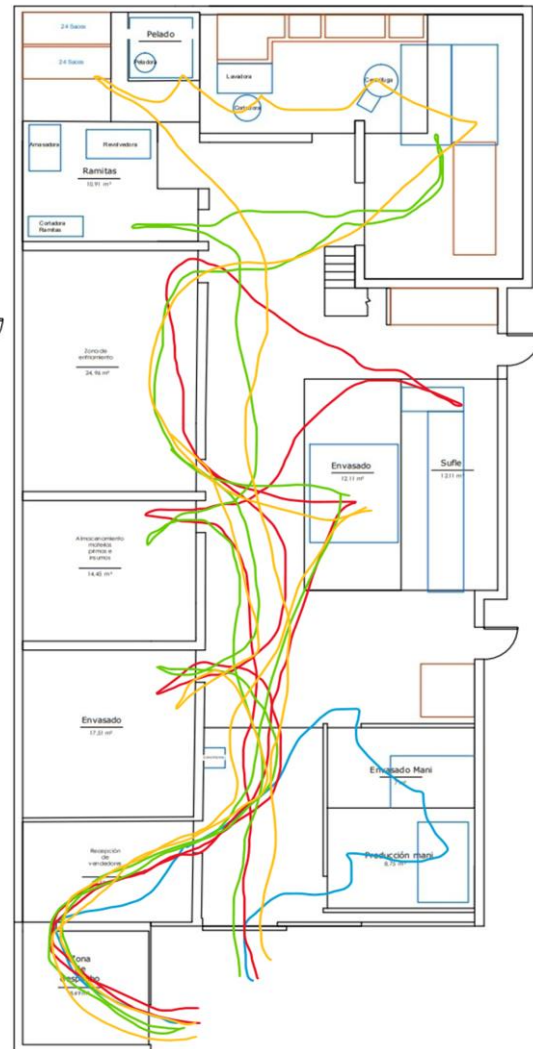


Figura 5.9.2: Diagrama de Spaghetti, layout propuesta A.
Fuente: Elaboración propia.

Dentro de los cambios encerrados representados en la figura 5.9.1. Lo primero que se realiza es acercar la zona de pelado y almacenamiento de papas a la línea de producción de esta misma (1), además se modifica el orden de las zonas de producción (zona de enfriamiento, envasado, almacenamiento de materia prima e insumos y zona de producción de ramitas) (2), se construye un espacio cerrado al inicio de la planta para la producción y envasado de maní (3). En esta propuesta se elimina la oficina y se ocupa como zona de despacho con el fin de unir la zona de recepción de vendedores con una salida independiente de productos (4).

- Propuesta B: Esta propuesta es generada desde el diagrama relacional de espacios y actividades (figura 5.8), la cual refleja la continuidad de las zonas de producción donde las líneas rojas seguidas por las líneas amarillas señalan las cercanías de las zonas por orden de importancia entre ellas, esta representación se muestra en la figura 5.10.

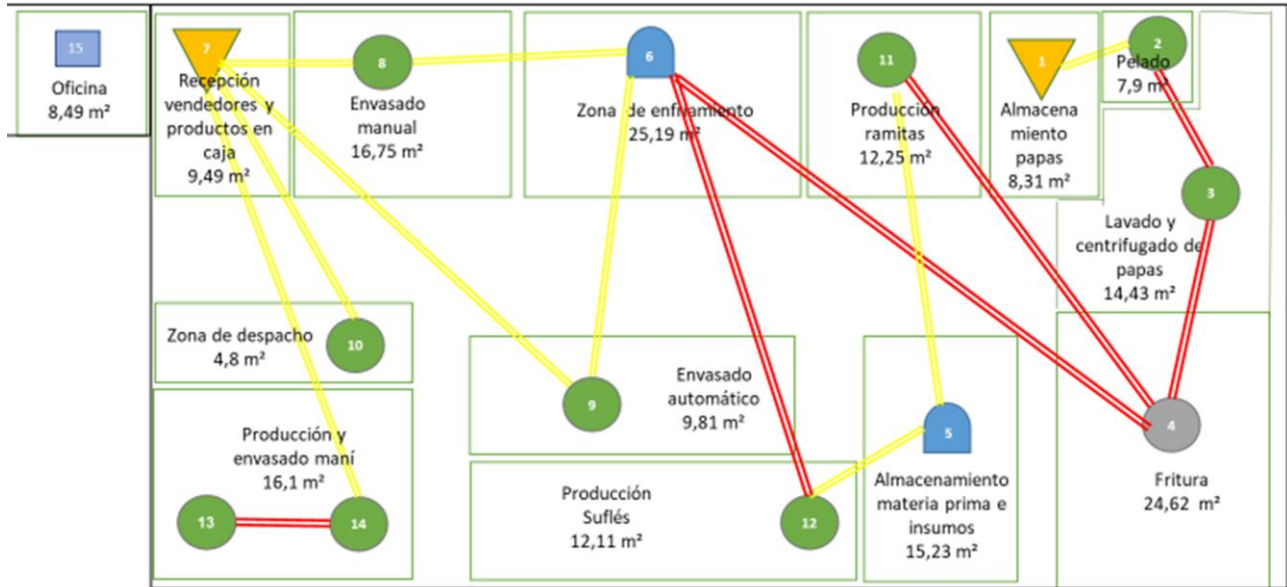


Figura 5.10: Layout propuesta B.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la figura 5.10.1 la cual refleja los cambios realizados en esta propuesta encerrados con el número correspondiente. Esta opción contempla cambios de tabiquería para aumentar o disminuir espacios y la creación de una nueva área de producción para ramitas (1). Además, en la figura 5.10.2 se muestra el diagrama de spaghetti en esta propuesta.

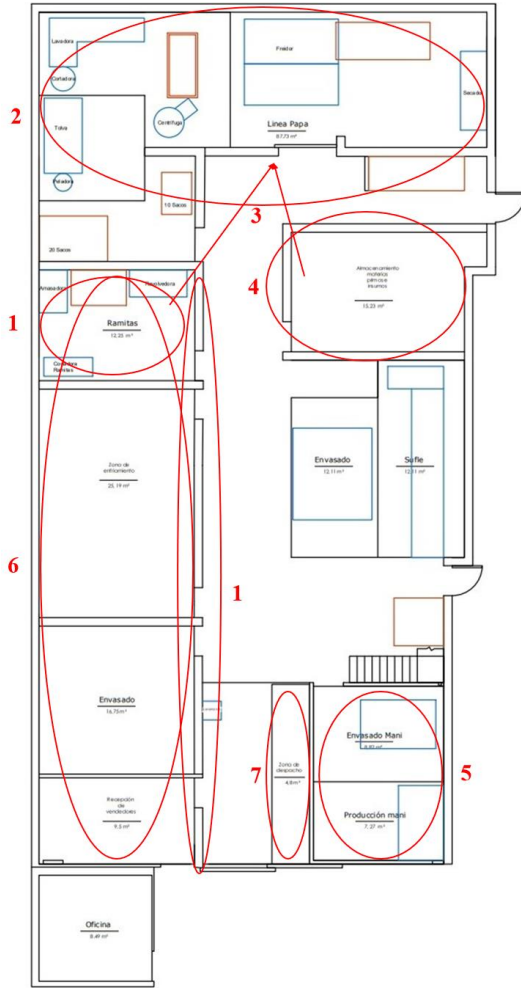


Figura 5.10.1: Layout propuesta B en formato AutoCAD.
Fuente: Elaboración propia.

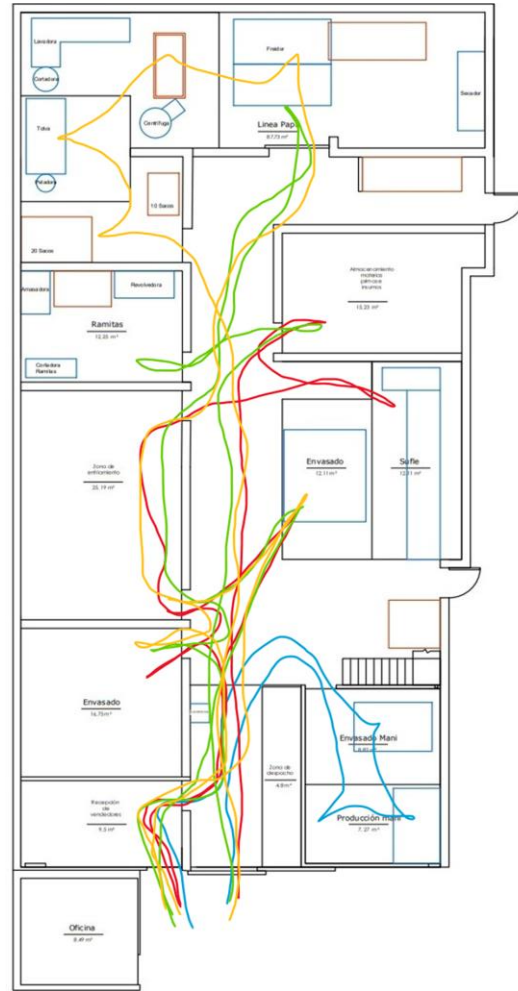


Figura 5.10.2: Diagrama de Spaghetti, layout propuesta B.
Fuente: Elaboración propia.

El rediseño del proceso productivo de papas fritas se deja en forma lineal con el objetivo de lograr un tipo de distribución continua (2). La zona de fritura está con acceso expedito a los procesos productivos que dependen de ella, priorizando la mayor cercanía (producción de ramitas y zona de enfriamiento) (3). Además, se crean dos espacios cerrados, el primero es para la zona de almacenamiento de materias primas e insumos (4) y el segundo es para la zona de producción y envasado de maní (5). Se redistribuyen las zonas de recepción de vendedores, envasado manual, zona de enfriamiento y producción de ramitas para cumplir con la importancia de cercanía (6), esta propuesta mantiene la oficina y de manera estratégica crea una zona de despacho (7).

- Propuesta C: Esta propuesta es generada desde el diagrama relacional de espacios y actividades (figura 5.8) la cual refleja la continuidad de las zonas de producción donde las líneas rojas seguidas por las amarillas señalan las cercanías de las zonas respetando el orden de importancia entre ellas, esta representación se muestra en la figura 5.11.

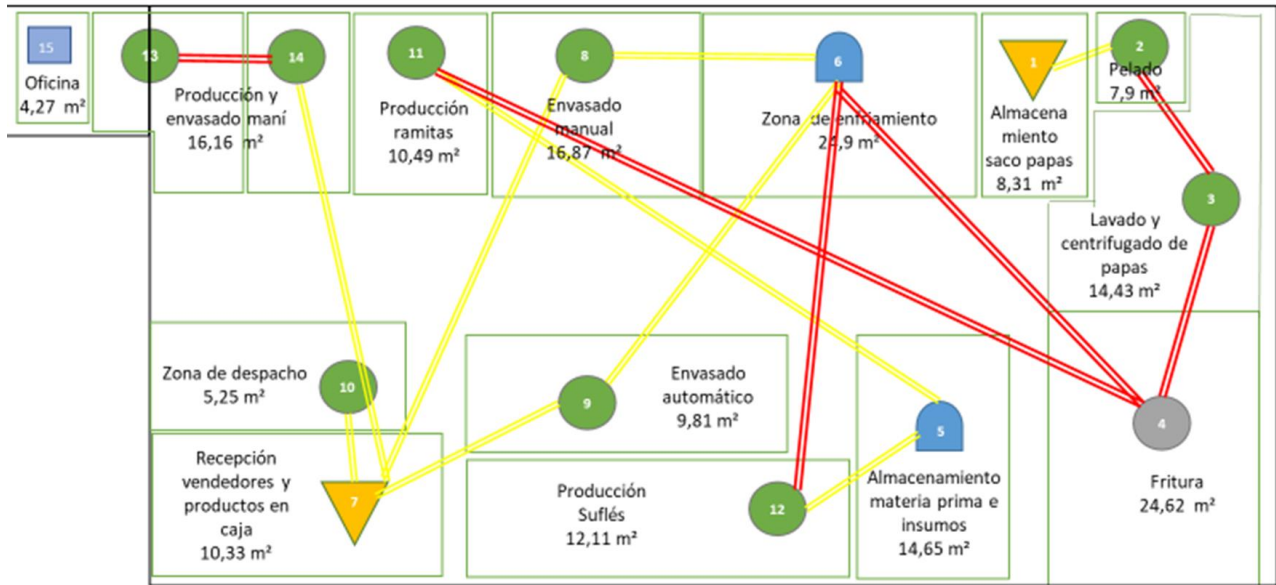


Figura 5.11: Layout propuesta C.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la figura 5.11.1 la cual refleja los cambios realizados en esta propuesta encerrados con el número correspondiente. Además, en la figura 5.11.2 se muestra el diagrama de spaghetti en esta propuesta.

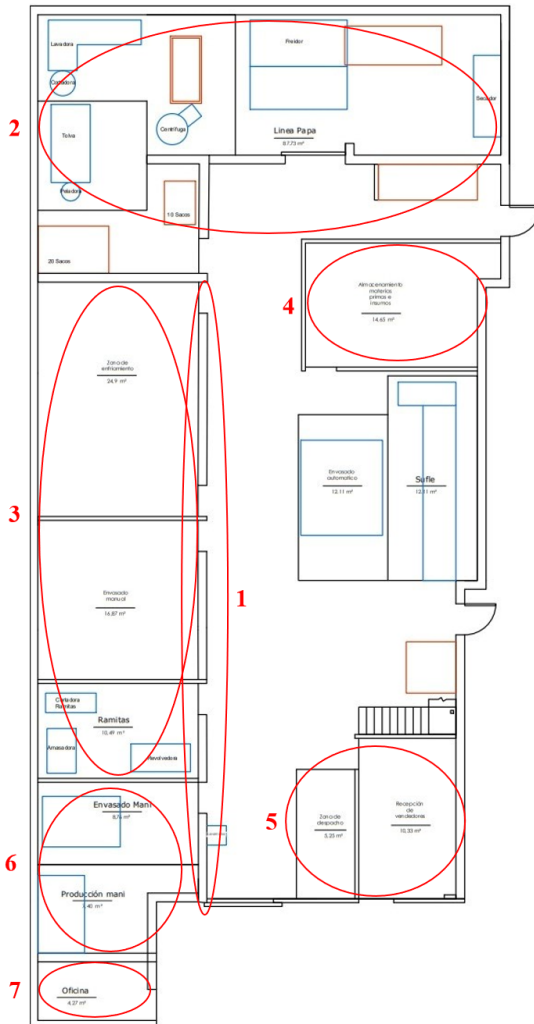


Figura 5.11.1: Layout propuesta C en formato AutoCAD.
Fuente: Elaboración propia.

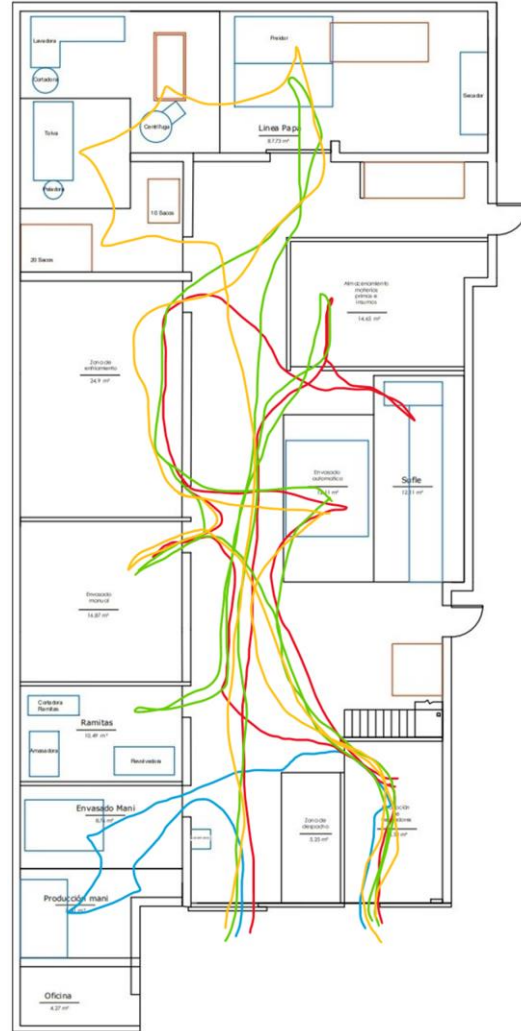


Figura 5.11.2: Diagrama de Spaghetti, layout propuesta C.
Fuente: Elaboración propia.

La distribución contempla cambios de tabiquería para aumentar o disminuir espacios (1). El rediseño del proceso productivo de papas fritas se deja en forma lineal con el objetivo de lograr un tipo de distribución continua (2), se redistribuyen las zonas de producción de ramitas, envasado manual y zona de enfriamiento (3), además se crean 2 espacios cerrados, el primero es para la zona almacenamiento de materias primas e insumos (4) y el segundo es para la recepción de vendedores y se une con la zona de despacho en un lugar apartado de la producción (5). La zona del proceso productivo de maní se traslada al sector izquierdo de la planta al lado del envasado de maní actual tomando superficie de la oficina (6). Se mantiene la oficina, pero con menos superficie (7).

5.5. Etapa 5: Selección de propuesta

Tras la creación de las propuestas de layout (A, B y C) y el análisis del diagrama de spaghetti, es crucial llevar a cabo una evaluación exhaustiva para determinar cuál de ellas representa la mejor opción para dar solución al problema.

Por tanto, en esta etapa, se identifican dos métodos de evaluación que se basan en un enfoque de decisión multicriterio, estos son:

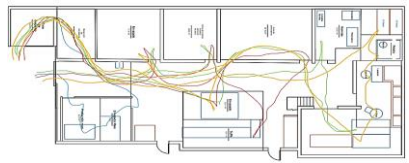
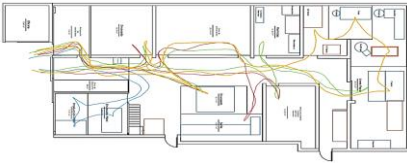
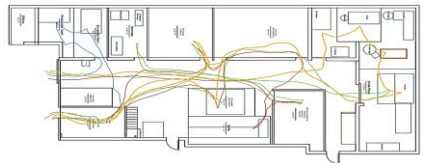
- Método comparativo de ventajas y desventajas (cualitativo)
- Método de adyacencia de áreas (cuantitativo)

A continuación, se describen y desarrollan los tipos de evaluación mencionados:

5.5.1. Comparación de Ventajas y Desventajas entre los diseños de layout propuestos.

Se presenta la tabla 5.6 que muestra las ventajas y desventajas relacionadas con las distintas alternativas de distribución. Estas evaluaciones se basan en el análisis de la información obtenida a través del método SLP, que incluye la revisión de diagramas de spaghetti, las mejoras realizadas en la instalación, la resolución de aspectos vinculados a la calidad y las especificaciones según las normativas de infraestructura aplicables a las instalaciones que se dedican a la fabricación de alimentos.

Tabla 5.6:
Comparación de propuestas en base a ventajas y desventajas.

Propuesta A		Propuesta B		Propuesta C	
					
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
Costo asociado a modificaciones de construcción	Desaprovechamiento de la superficie total	Mejora en los tiempos de recorridos	Costo asociado a modificaciones de construcción	Mejora en los tiempos de recorridos	Costo asociado a modificaciones de construcción
Optimización de los tiempos de recorridos	Subutilización de los espacios disponibles	Disminución de cruces entre los flujos de los procesos		Disminución de cruces entre los flujos de los procesos	
Disminución de cruces entre los flujos de los procesos	Exposición por zona de carga y acceso a producción	Separación de espacios en áreas de producción		Separación de espacios en áreas de producción	
Separación de espacios en áreas de producción	Limitación de almacenamiento de saco de papas	Asignación de áreas específicas para almacenamiento	Cruces de procesos productivos entre áreas (1)	Asignación de áreas específicas para almacenamiento	Exposición por zona de carga y acceso a producción
Asignación de áreas específicas para almacenamiento		Materia prima cercana a las áreas productivas		Materia prima cercana a las áreas productivas	
Disminución de la congestión en los pasillos	Cruces de procesos productivos entre áreas (7)	Disminución de la congestión en los pasillos			Disminución de la congestión en los pasillos

Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia de la tabla 5.6 una comparación (ventajas y desventajas) de las propuestas, de layout obtenida bajo una lluvia de ideas en base al análisis del flujo del proceso productivo de cada producto. En términos de ventajas las tres propuestas son similares, cohesionan en un 66,6% en puntos importantes de la relación de actividades que tienen los productos (almacenamiento, ubicación de la zona de despacho, disminución de congestión en los pasillos, entre otros). Por otro lado, la propuesta “B” tiene solamente dos desventajas relacionadas con el costo asociado a modificaciones de construcción y un cruce de actividades en el proceso productivo, mientras que, la propuesta “A” y “C” tienen siete y seis cruces de actividades respectivamente en el proceso productivo de la fábrica, exhibidos en los diagramas de spaghetti de cada propuesta.

Los fundamentos de esta comparación se inclinan a valorar la **propuesta B** como favorable para el problema de ineficiencia y falta de seguridad alimentaria en los procesos productivos de la fábrica.

5.5.2. Método de Adyacencia de Áreas:

Este método es del tipo cuantitativo, y se utiliza para calificar el cumplimiento final de las cercanías establecidas en el diagrama relacional de actividades (figura 5.5). Estas evaluaciones comparan la eficiencia de cada propuesta en base al diagrama, verificando las adyacencias cumplidas según corresponda.

Para el cálculo se debe considerar lo siguiente:

- Puntaje por relación: El puntaje es asignado proporcionalmente a la importancia de cumplir con ese tipo de relación, por ejemplo “A” es una cercanía absolutamente necesaria por lo que se le asigna el puntaje más alto (8). (Véase tabla 5.2)
- Número de relaciones: Basándose en el diagrama relacional de actividades (figura 5.5), se suma la cantidad de relaciones según su importancia (A, E, I, O, U, X, XX).
- Número de relaciones cumplidas: Se examina el cumplimiento de cada propuesta según la relación de importancia.
- Total de relaciones: Multiplicación entre el puntaje por relación y número de relaciones.
- Total de relaciones cumplidas: Multiplicación entre el puntaje por relación con el total de relaciones cumplidas.

Una vez se completa la tabla, se debe calcular la eficiencia de cada propuesta mediante la siguiente fórmula:

$$\text{EFICIENCIA} = E = \frac{\text{Total de relaciones cumplidas}}{\text{Total de relaciones}}$$

A continuación, se presentan las tablas desde la 5.7 a 5.10 con los valores obtenidos tanto de la distribución actual como de cada una de las alternativas de solución.

Tabla 5.7:
Evaluación por adyacencia del layout actual.

	Relación	Puntaje por relación	Número de relaciones	Número de relaciones cumplidas	Total de relaciones	Total de relaciones cumplidas	Eficiencia
Layout Actual	A	8	6	2	48	16	65,87%
	E	6	9	4	54	24	
	I	4	0	0	0	0	
	O	2	17	17	34	34	
	U	0	34	34	0	0	
	X	2	20	20	40	40	
	XX	4	19	13	76	52	
	Total					252	

Fuente: Elaboración propia.

La evaluación de adyacencia de áreas en la distribución actual de la planta alcanza una eficiencia del 65,87%, este porcentaje será la base para evaluar las alternativas de solución.

Tabla 5.8:
Evaluación por adyacencia de la propuesta A.

	Relación	Puntaje por relación	Número de relaciones	Número de relaciones cumplidas	Total de relaciones	Total de relaciones cumplidas	Eficiencia
Propuesta A	A	8	6	6	48	48	88,10%
	E	6	9	4	54	24	
	I	4	0	0	0	0	
	O	2	17	17	34	34	
	U	0	34	34	0	0	
	X	2	20	20	40	40	
	XX	4	19	19	76	76	
	Total					252	

Fuente: Elaboración propia.

La propuesta A presenta una eficiencia en la adyacencia de áreas del 88,1% y comparado con el layout actual se puede concluir una mejora del 22,23%. Se destaca que en las relaciones de importancia con letra “A” (absolutamente necesarias) y “XX” (altamente indeseable) se cumplen en su totalidad añadiendo valor a la propuesta.

Tabla 5.9:
Evaluación por adyacencia de la propuesta B.

	Relación	Puntaje por relación	Número de relaciones	Número de relaciones cumplidas	Total de relaciones	Total de relaciones cumplidas	Eficiencia
Propuesta B	A	8	6	4	48	32	89,68%
	E	6	9	8	54	48	
	I	4	0	0	0	0	
	O	2	17	17	34	34	
	U	0	34	34	0	0	
	X	2	20	20	40	40	
	XX	4	19	18	76	72	
	Total					252	

Fuente: Elaboración propia.

La propuesta B presenta una eficiencia en la adyacencia de áreas del 89,68%, si se compara con el layout actual, se puede concluir una mejora del 23,81% con esta propuesta. Se destaca que tiene un mayor número de relaciones cumplidas en “especialmente importantes” (E), en comparación con la propuesta A, proporcionando un aumento en el cumplimiento de relaciones.

Tabla 5.10:
Evaluación por adyacencia de la propuesta C.

	Relación	Puntaje por relación	Número de relaciones	Número de relaciones cumplidas	Total de relaciones	Total de relaciones cumplidas	Eficiencia
Propuesta C	A	8	6	4	48	32	82,54%
	E	6	9	7	54	42	
	I	4	0	0	0	0	
	O	2	17	17	34	34	
	U	0	34	34	0	0	
	X	2	20	20	40	40	
	XX	4	19	15	76	60	
	Total					252	

Fuente: Elaboración propia.

La propuesta C presenta una eficiencia en la adyacencia de áreas del 82,54%, y si se compara con el layout actual, se puede concluir una mejora del 16,67% con esta propuesta. Sin embargo, existen cuatro relaciones “altamente indeseables” con valor de proximidad “XX” que no se cumplen. Estas relaciones deben ajustarse, ya que, no deben colindar ni tener cruces, por ende, impacta de manera negativa a la eficiencia y en consecuencia a la propuesta.

Se analizan los resultados obtenidos de cada propuesta con respecto a la eficiencia del cumplimiento de las relaciones de adyacencia, se obtiene que la **Propuesta B** posee el puntaje más alto con un 89,68%, representando una mejora del 23,81% con respecto al layout actual de la fábrica. Esta propuesta cumple con la mayor cantidad de requerimientos del nuevo layout, en cuanto a la cercanía necesaria e importancia entre las áreas claves con foco en la eficiencia de los procesos productivos, asimismo cumple en un 94,7% las relaciones altamente indeseables cuyo fin es lograr reducir la posibilidad de contaminación en la fábrica.

5.5.3. Conclusión elección de propuesta

Una vez realizados los análisis pertinentes mediante cada método en la selección, se identifica la propuesta destacada:

- Comparación de ventajas y desventajas (cualitativo): Propuesta B
- Método de adyacencia de áreas (cuantitativo): Propuesta B

Por tanto, se concluye que la Propuesta B reúne las condiciones que mejoran y aportan al nuevo diseño de layout de la fábrica, esta implementación garantiza espacios sostenibles e independientes para que papas fritas, suflés y ramitas puedan completar sus fases de enfriamiento correspondiente a cada ciclo de producción. Además, se crea un espacio para la zona de despacho con un área de 4,8 (1,2 x 4) metros cuadrados, que garantiza el último paso en los procesos de producción ya que en el actual diseño esa área no existe y además genera la posibilidad de contaminación con gases por el ingreso de vehículos.

Otro aspecto que presenta mejora es el área de producción de maní, ya que, asegura un espacio total de 14,87 metros cuadrados que se distribuyen en dos, la zona de producción y zona de envasado, esto implica un aumento del 163,65% en superficie con respecto del diseño actual, considerando también una nueva construcción para garantizar la separación de este producto con los otros según requerimientos normativos de salud e higiene.

Además, esta propuesta incorpora una nueva área de pelado de papas que se encuentra dentro de la misma superficie destinada a la línea de producción de este producto con un aumento del 41%, dado que en la actualidad se encuentra en el pasillo principal de la fábrica provocando dispersión de polvillo contaminando la producción de ramitas y maní cercana al área. A su vez se diseña el espacio para almacenamiento de sacos de papas garantizando la cuota diaria de producción.

En conclusión, en base a los cursogramas (véase anexo F y H) se puede generar una evaluación con las condiciones actuales del layout por cada ciclo en relación distancia-tiempo de los procesos productivos de suflés, ramitas, maní y papas fritas logrando una disminución del 25%, 47%, 12% y 84% respectivamente. Finalmente, la implementación del layout requiere de una reconstrucción por el deterioro de la instalación, ya que al apearse a la normativa chilena de manipulación de alimentación en conjunto con HACCP la fábrica deberá invertir en piso adecuado, recubrimientos (cielo y paredes), tabiquería y así mismo de una reestructuración con la creación de división de áreas y nueva instalación eléctrica para resguardar la seguridad de la construcción, esta inversión es evaluada económicamente y se desglosa en el siguiente capítulo.

6. Análisis Evaluación Económica

En este capítulo, se presenta el presupuesto de costos para el proyecto de inversión orientado a la reconstrucción de la fábrica antigua, con el objetivo de reflejar la capacidad productiva, viabilidad y factibilidad del nuevo layout de planta.

6.1. Costos del proyecto de reconstrucción

Es importante mencionar que por temas de tiempo y envergadura no es posible implementar el nuevo layout. No obstante, se considera esencial realizar estimaciones financieras detalladas que aborden cambios físicos en la distribución, mejoras en la infraestructura, nuevas instalaciones eléctricas y otros aspectos para mejorar el flujo en los procesos productivos para garantizar la seguridad alimentaria. Por ello, es dejado en claro que la implementación del layout se debe complementar con un proyecto de reconstrucción de la fábrica. Cabe mencionar que la propuesta no presenta costos en nueva maquinaria, dado que la empresa seguirá utilizando las existentes considerando mantenciones periódicas. A continuación, se detallan los costos específicos para la estimación de la inversión:

- Costos de trabajos previos = \$2,6 millones. (véase anexo I)
- Costos de obra civil e instalaciones eléctricas = \$61,6 millones. (véase anexo J)
- Costos de muebles y estantería nueva = \$4,3 millones. (véase anexo K)

6.1.1. Costo total de la inversión

Se presenta en la tabla 6.1, el cálculo de los costos finales de cada área para la inversión del nuevo layout de la fábrica antigua y la reconstrucción de esta. Dado que se trata de un proyecto de reconstrucción, se han considerado los costos indirectos que la empresa constructora necesita para cubrir imprevistos durante el proceso. Se incluye un margen de utilidad como ganancia garantizada del trabajo a realizar, cabe mencionar que estos porcentajes son estimados por la empresa constructora para prevenir posibles riesgos. Además, se agrega la compra de los muebles y estanterías de acero inoxidable, destinados a las zonas de producción y enfriamiento. Finalmente, se presenta el monto total de la inversión requerida en la tabla.

Tabla 6.1:
Costos asociados para la inversión requerida.

Costos		Monto total (Millones)
Trabajos previos		\$ 2,6
Obra Civil		\$ 53,4
Instalaciones eléctricas		\$ 8,2
Costos directos		\$ 64,2
Imprevistos	2%	\$ 1,3
Gastos generales	8%	\$ 5,1
Utilidad	10%	\$ 6,4
Costos indirectos		\$ 12,8
Muebles		\$ 4,3
Total antes de Impuesto		\$ 81,3
IVA	19%	\$ 15,4
Valor Total Presupuesto		\$ 96,7

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, la inversión que requiere la empresa para realizar la nueva distribución de planta en base a la normativa vigente chilena (Reglamento sanitario de los alimentos, Decreto Supremo 977/96), el reglamento HACCP (Análisis de peligros y puntos críticos de control) y la reconstrucción de la fábrica antigua según análisis realizado en cuanto a los procesos productivos, es de un monto de 97 millones de pesos chilenos aproximadamente.

6.2. Evaluación Económica

Es fundamental en todo tipo de proyecto evaluar su viabilidad, en este caso el nuevo layout de la fábrica en conjunto con el proyecto de reconstrucción, se basa en el flujo de los procesos productivos de cada producto, asegurando la capacidad de almacenamiento en las distintas zonas de espera, ya sea en el almacenamiento de materias primas e insumos, zona de enfriamiento y zona de despacho. Este cálculo se aborda a través de las utilidades proyectadas, para ello, se utilizan las cifras de ventas y producción de la empresa en el año 2022 como base para la proyección.

Como bien se menciona en el punto anterior *6.1.1. Costo total de la inversión*, el valor total estimado para la ejecución de esta presupuesta es de \$97 millones de pesos chilenos. La empresa expresa que tiene solvencia económica para cubrir un tercio del presupuesto requerido (30 millones de pesos) y plantea financiar el resto con un préstamo en una entidad bancaria donde la empresa ya mantiene una relación comercial (Banco Santander).

Con el fin de mantener un análisis económico sólido, se han considerado varios factores claves. Esto incluye una tasa de inflación del 10% anual para los costos e ingresos de producción. Además, se ha tomado en cuenta una tasa de interés del 16,2% anual, basada en la institución bancaria que otorga el préstamo. También, se ha considerado una depreciación de las pymes acogidas al Artículo 14, es decir, se depreciará la inversión al primer año de producción, indicando el porcentaje que se debe considerar por concepto de impuestos, en este caso por ser PROPYME es de un 20% (Huala, 2023). Cabe mencionar que, la evaluación económica se lleva a cabo mediante el análisis de flujos incrementales en dos escenarios proyectados: pesimista (véase anexo L) y optimista (véase anexo M). Esto significa que se considera el incremento relacionado con la nueva producción, tanto en los costos fijos, costos variables e ingresos por venta, calculados de manera proporcional con respecto al año 2022. Para evaluar la rentabilidad de la implementación, se utilizan los indicadores económicos de VAN y TIR. Estos deben cumplir con los siguientes parámetros:

$$VAN > 0 \quad ; \quad TIR > TASA DE INTERÉS = 16,2\%$$

Es importante destacar que ambos escenarios logran satisfacer las expectativas de mejora en la fábrica mediante la implementación del layout junto con la propuesta de reconstrucción, dado que existe un beneficio positivo en los flujos de caja generados.

En el escenario pesimista, es fundamental destacar que estos valores se basan en el incremento de casi 9 mil kilogramos entre papas fritas, ramitas, suflés y maní, con porcentajes de crecimiento del 150%, 200%, 140% y 200% respectivamente, considerando de uno a dos ciclos de producción más al mes dependiendo del producto en conjunto con la contratación de un nuevo trabajador. Luego de analizar el flujo de caja en este escenario el VAN redondea los 47 millones de pesos chilenos con un TIR del 37%. Esto representa un 20,8% por encima de la tasa de interés utilizada, lo que indica una evaluación económica positiva del proyecto. (véase anexo L)

En el escenario optimista, es relevante señalar que estos valores se basan en el incremento de casi 20 mil kilogramos entre papas fritas, ramitas, suflés y maní, con porcentajes de crecimiento del 200%, 400%, 160% y 400% respectivamente, considerando el aprovechamiento total de la capacidad mensual disponible en la fábrica (producción y zona de enfriamiento) en conjunto con la contratación de tres nuevos trabajadores (Encargado de calidad, operario general y especial) y bajo el supuesto que todo se vende. Luego de analizar el flujo de caja en este escenario el VAN redondea los 245 millones de pesos chilenos con un TIR del 95%. Esto representa un 78,8% por encima de la tasa de interés utilizada, lo que indica una evaluación económica positiva del proyecto (véase anexo M).

Ambos escenarios reflejan una situación de liquidez positiva. La mejora de la distribución de la planta conlleva modificaciones estructurales y una reorganización física, impactando positivamente tanto en el flujo de los procesos productivos como en la seguridad alimentaria de los productos.

7. Conclusión

Para concluir, con la metodología Diseño de layout se analiza que la infraestructura de la fábrica presenta un deterioro considerable en el recubrimiento de paredes, cielo y piso, sumado al ingreso libre de animales y automóviles al área de producción, cruce de productos con diferentes temperaturas y materias primas que se mezclan en la zona de enfriamiento y bodega de insumos, se debe garantizar la estandarización en los procesos como norma para el mismo, visibilizando la desactualización de la normativa sanitaria de alimentos chilena.

Por ende, bajo el método SLP, se diseñan tres propuestas de layout, se realizan comparaciones y validaciones entregando como resultado que la propuesta B (Figura 5.8.1) cumple con la mayor cantidad de criterios. Dicha propuesta disminuye los cruces entre los procesos productivos, con el propósito de mejorar la proximidad entre las áreas correlativas asociadas a la línea de producción de los diversos productos (véase anexo H). Este enfoque tiene como finalidad disminuir los tiempos y distancias, implementando áreas y zonas exclusivas de almacenamiento de materias primas e insumos, zonas de enfriamiento, sectores de producción cerrados y herméticos evitando la contaminación. Además, se han considerado recubrimientos en la instalación, incorporación de nuevos muebles (estantes y mesones) y se crea una vía de evacuación.

Con estas mejoras se obtiene la capacidad necesaria para el aumento en el volumen de producción, ya que con una fábrica que cumple con las normativas es posible expandir el comercio hacia canales que presentan mayor flujo de ventas, como supermercados. Las cuales fueron proyectadas y verificadas por especialistas en construcción luego de identificar el diseño de layout de la propuesta B. Lo cual significa una inversión para la empresa de un monto total de \$97 millones de pesos para realizar los cambios antes mencionados.

Al ser una inversión para la empresa es primordial verificar los beneficios o la pérdida que este podría significar, por ende, se realizan dos flujos de caja calculados a 5 años con todas las consideraciones de la implementación del nuevo layout y los recubrimientos pertinentes bajo indicadores financieros, en el caso pesimista se obtiene un VAN positivo de \$47 millones y un

TIR del 37% y en el caso optimista se obtiene un VAN positivo de \$245 millones y un TIR del 95%, con esto se ve reflejado que en el supuesto de ambos casos es rentable implementar la nueva distribución de la planta complementado con la reconstrucción de la misma.

Para finalizar, el layout propuesto y el proyecto de reconstrucción cumplen los objetivos establecidos, impulsando la investigación como una buena opción para ser realizada, lo que permite mejoras en tiempos, distribución física de la planta, en el proceso productivo y en la disminución de la probabilidad de contaminación bajo el apoyo de la normativa chilena de alimentos actual (Decreto Supremo 977/96, 2021) y el sistema de control de calidad HACCP.

Se le recomienda a la empresa actualizar los manuales de procedimientos de los productos y sus procesos productivos con el fin de proporcionar información a los trabajadores para desempeñar dichas funciones, además se sugiere potenciar la capacitación, tanto de los procesos productivos como de las normativas vigentes del país, en términos de salud y seguridad laboral, esto permitirá garantizar la calidad de los alimentos fabricados e higiene ocupacional.

Bibliografía

- CEEI;CV, C. d. (2008). *Manual 19 Distribución en Planta*. Centros Europeos de Empresas Innovadoras de la Comunidad Valenciana (CEEI CV).
- Barraza Luengo, F. (2021, Agosto 27). RENTA – ACTUAL LEY SOBRE IMPUESTO A LA – ART. 14 LETRA D)– LEY N° 21.256, ART. 1 (ORD. N° 2242 DE 27.08.2021). *Oficio N° 2242*. Chile. From <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=2e10c6ddc4f93a05JmltdHM9MTY5OTU3NDQwMCZpZ3VpZD0zMTU4NDMzMzMy0xNDZiLTlyMWEtMzc2ZC01MmRiMTU1MTYzNzAmaW5zaWQ9NTQzOA&ptn=3&hsh=3&fclid=31584333-146b-621a-376d-52db15516370&psq=regim%c3%a9n+propyme+idpc&u=a1aHR0cHM6Ly93d3c0LnNpaS5jb>
- Basaul Muñoz, K., & Valenzuela Aravena, S. (2018). *Manual de buenas practicas de manufactura para cocinerías*. Temuco: Padilla Navarro, Patricio Andrés.
- Eurofins. (2023). *Eurofins*. From <https://www.eurofins-environment.es/es/que-es-el-sistema-haccp/>
- Huala, D. (2023, January 23). *Guía práctica sobre el Régimen Pro-Pyme General y Transparente*. Retrieved November 10, 2023 from Nubox: <https://blog.nubox.com/contadores/regimen-pro-pyme>
- Jacobs, F., & Chase, R. (2009). *Administración de operaciones, Producción y cadena de suministros*. Ltda., P. a. (2021). *Manual HACCP, Productos alimenticios primor Ltda.*
- Ltda., P. A. (n.d.). *Primor Snacks*. From Primor Snacks: <https://primor.cl/>
- Ministerio de salud. (1996). *Reglamento sanitario de los alimentos, Dto. 977/96*. From [https://www.minsal.cl/sites/default/files/files/DECRETO_977_96%20actualizado%20a%20Enero%202015\(1\).pdf](https://www.minsal.cl/sites/default/files/files/DECRETO_977_96%20actualizado%20a%20Enero%202015(1).pdf)
- Moscoso Guasta, C., Barrera Miranda, L., & Maino Menéndez, M. (2018). *Política Nacional de Inocuidad y Calidad de los alimentos*. Santiago, Chile: Subsecretaría de Agricultura.
- Muther, R. (1970). Distribución en planta. In R. Muther, *Distribución en planta, 2ª edición*. Hispano Europea.
- Pérez Gosende, I., & Diéguez Matellán, M. (2008). *Metodologías para la resolución de problemas de distribución en planta*. Departamento de Ingeniería Industrial.
- Render, B., & Heizer, J. (2009). Principios de administración de operaciones. In *Principios de administración de operaciones, 7ª Edición*.
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. (2010). Planificación de instalaciones. In *Planificación de instalaciones, 4ª edición*.
- Vásquez de Plata, G. (2003). *La contaminación de los alimentos, un problema por resolver*. Bogotá.

Anexos

Anexo A. Descripción del registro de la empresa.

Nombre Fantasía	Productos Alimenticios Primor Ltda. (Primor Snacks)
Razón social	Rosa Cáceres e Hija Limitada
Rol único Tributario	77.525.420-3
Rubro	Industria manufacturera no metalizada
Sub rubro	Elaboración de otros productos alimenticios
Actividad económica o giro	Elaboración de otros productos alimenticios n.c.p. Productos para coctel
dirección comercial	German Ibarra #1188, Rancagua
Tipo contribuyente	Persona jurídica comercial
Tipo empresa (Tamaño)	Pequeña - mediana empresa
Sitio Web	www.primor.cl
Correo electrónico	comunicaciones@primor.cl
Teléfono	(72) 222 51 27

Fuente: Elaboración propia.

Anexo B. Superficie actual

i. Fábrica Antigua

La fábrica antigua posee una superficie total de 264 metros cuadrados desglosados en la tabla B.1, los cuales se dividen en dos plantas categorizando 1er y 2do piso.

B.1: Metros cuadrados por área fábrica antigua.

Nombre	Área (m ²)
Bodega 01	20,94
Bodega 02	24,74
Bodega 03	7,84
Bodega 04 (Segundo piso)	76,24
Bodega 05 (Segundo piso)	13,95
Bodega 06 (Segundo piso)	11,89
Recepción Vendedores	10,05
Envasado	27,63
Pelado	10,59
Fritura	35,1
Envasado Suflé	12,11
Ramitas	10,66
Compresor	2,07
Oficina	8,49
Total m² construidos	272,3

Fuente: Elaboración propia.

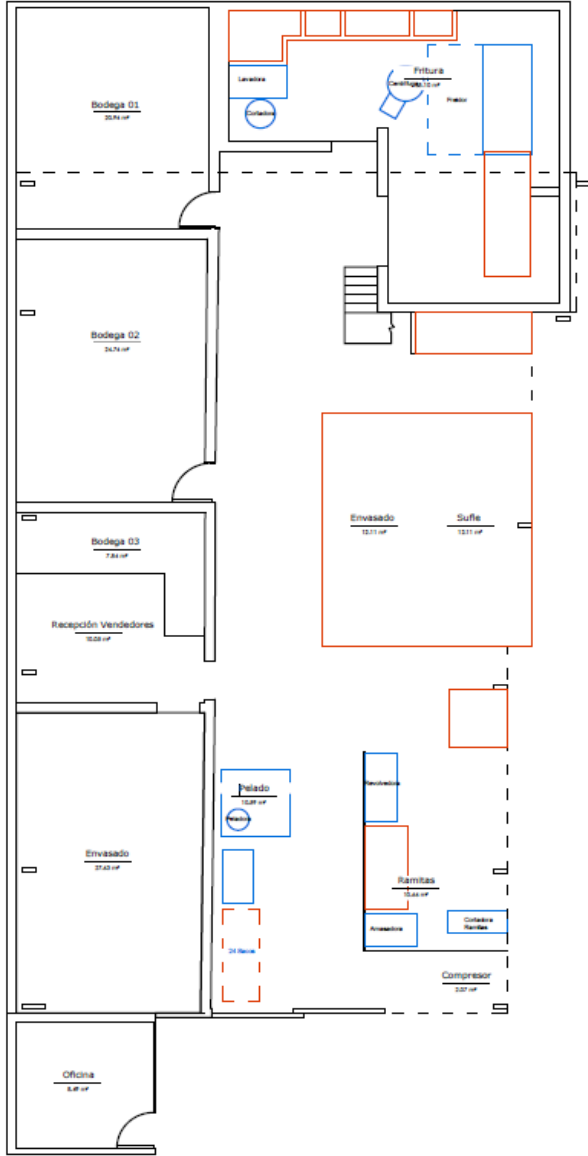


Figura B.2: Plano 2D del 1° piso de la Fábrica Antigua.
Fuente: Información entregada por Primor Ltda.

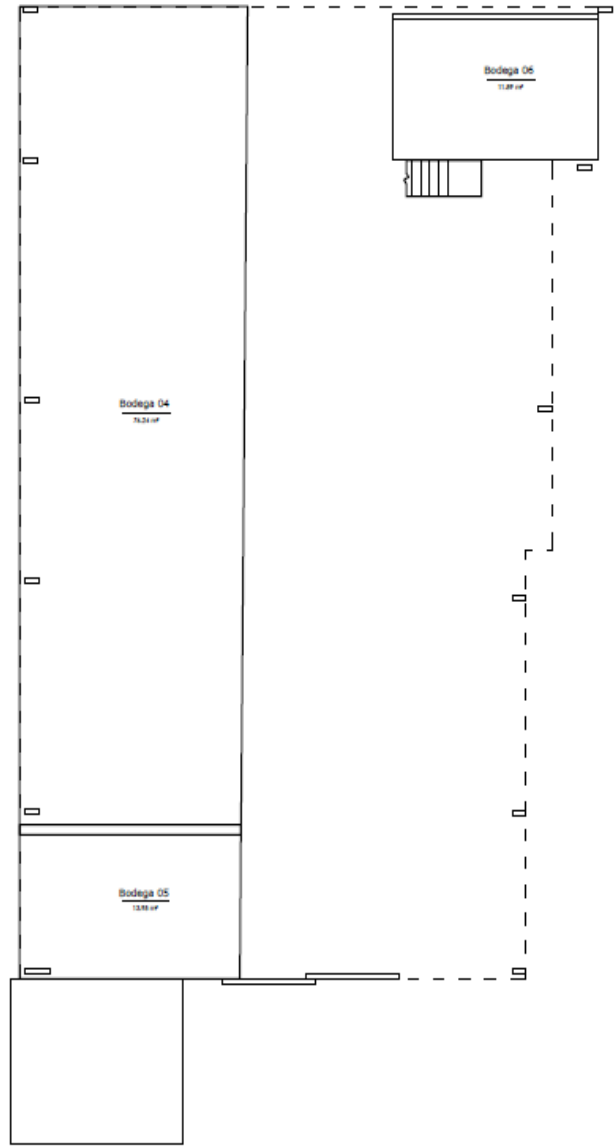


Figura B.3: Plano 2D del 2° piso de la Fábrica Antigua.
Fuente: Información entregada por Primor Ltda.

ii. Fábrica Nueva

La fábrica nueva posee una superficie total de 555 metros cuadrados, los cuales se dividen en dos plantas como se muestra en la figura siguiente:

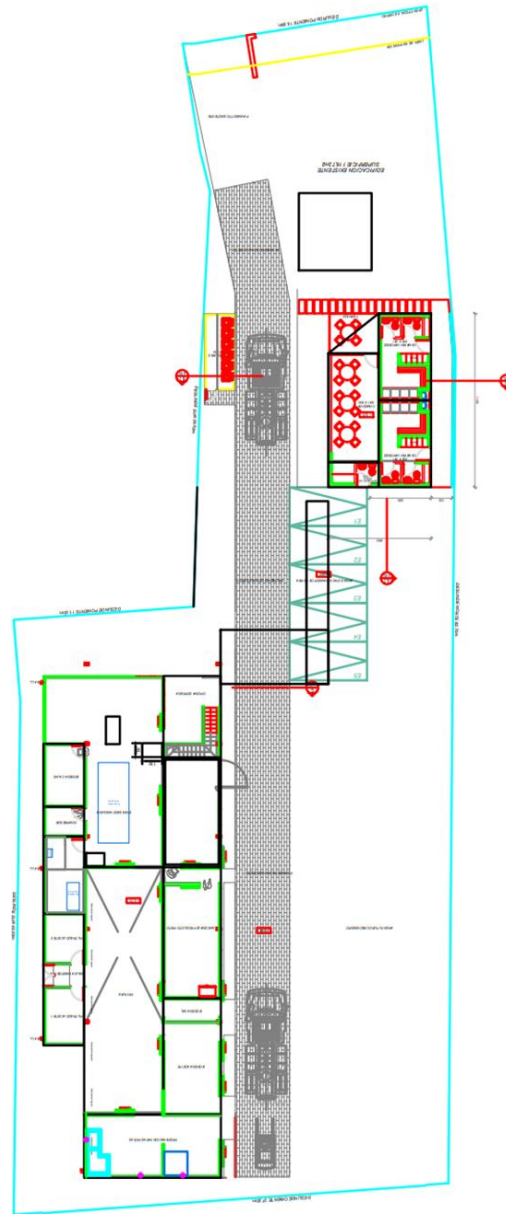


Figura B.4: Plano 2D del 1º piso de la Fábrica Nueva.
Fuente: Información entregada por Primor Ltda.

A continuación, se muestra en la tabla B.5 los metros cuadrados por área de la fábrica nueva.

B.5: Metros cuadrados por área fábrica nueva.

Nombre	Área Primer Piso (m^2)
Oficina Entrega	19,64
Almacenamiento PT	34,02
Bodega de cajas	10,64
Compresor	5,08
Sala envasadora PH	13,1
Filtrado de aceite	22,35
Sala maquina envasadora	40,91
Zona de fritura	81,97
Zona lavada	35,89
Bodega de aceite y sal	27,97
Zona de enfriamiento 1	26,37
Zona de enfriamiento 2	31,58
Baño gerencia	5,27
Comedor	22,95
Baño y camarines varones	19
Baño y camarines damas	19,03
Bodega papa cruda	116,72
Total m^2	532,5

Nombre	Área Segundo Piso (m^2)
Oficina Gerencia	35,12
Escalera	2,58
Zona pasillo- escalera	18,66
Almacenaje PF	87,76
Total m^2	138,96

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra en la figura B.4 el flujo productivo de la fábrica en cuestión bajo normativa de calidad HACCP y MINSAL.

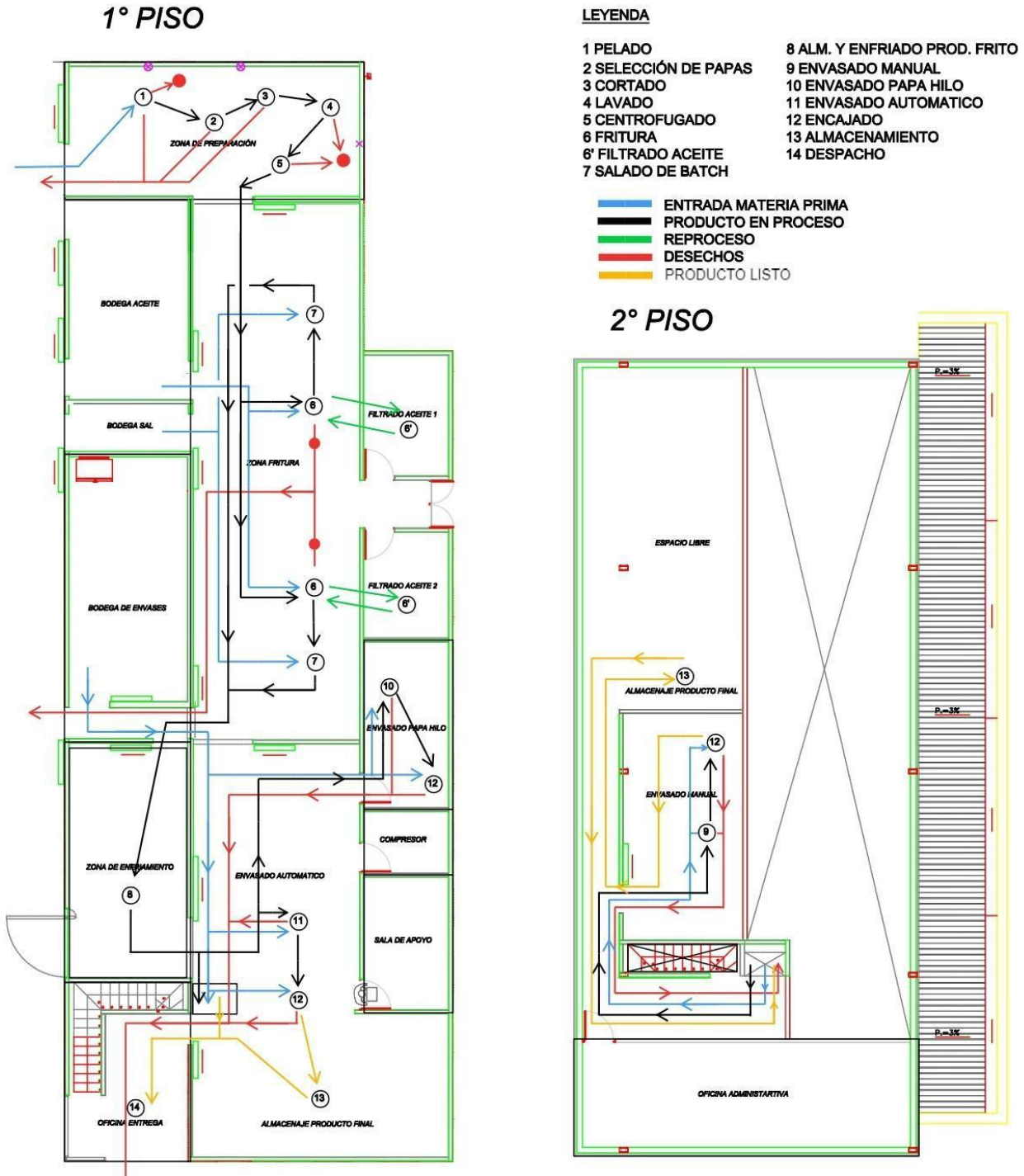


Figura B.6: Layout fábrica nueva.
Fuente: Información entregada por Primor Ltda.

Anexo C. Producción mensual entre los años 2017 - 2022

MES/AÑO	2017				2018				2019				2020				2021				2022			
	Papas (Kg)	Ramitas	Sufles	Mani	Papas (Kg)	Ramitas	Sufles	Mani	Papas (Kg)	Ramitas	Sufles	Mani	Papas (Kg)	Ramitas	Sufles	Mani	Papas (Kg)	Ramitas	Sufles	Mani	Papas (Kg)	Ramitas	Sufles	Mani
Enero	8.031,7	459,7	973,3	227,5	8.922,4	446,4	497,2	318,3	14.609,6	202,6	400,9	895,5	13.299,3	308,7	501,4	236,8	12.610,7	221,1	482,5	817,6	12.283,0	96,2	351,5	574,8
Febrero	8.387,3	802,7	434,0	228,3	10.576,3	301,1	371,4	306,4	12.442,8	273,0	260,6	814,6	10.647,3	256,2	362,6	255,8	12.254,0	212,2	752,5	1.126,2	10.214,0	153,8	258,8	153,2
Marzo	10.284,8	905,6	628,3	363,4	9.978,5	487,4	471,8	488,3	12.398,0	385,2	362,2	1.180,4	12.457,0	319,7	366,1	277,8	11.153,1	190,2	408,1	168,7	11.901,0	139,5	309,9	627,3
Abril	8.982,4	840,5	655,2	262,1	11.202,5	478,9	543,1	449,8	12.416,6	205,3	276,9	848,8	11.955,1	316,1	473,4	275,1	9.864,4	289,9	374,8	751,0	10.294,0	119,2	238,1	116,7
Mayo	9.749,4	817,4	512,5	348,6	14.230,6	291,1	500,3	358,7	14.094,5	226,5	377,5	988,0	11.914,7	236,5	365,8	243,1	12.990,0	176,8	349,5	621,1	10.585,0	130,7	343,7	190,7
Junio	9.335,2	677,7	481,6	306,2	12.433,0	293,5	369,8	437,9	12.316,0	188,7	234,6	680,2	9.212,7	237,9	259,0	223,8	10.109,2	168,3	384,5	741,4	10.324,1	139,2	398,6	196,3
Julio	11.024,5	633,2	616,2	292,7	14.491,5	396,4	440,5	338,7	14.290,5	186,2	352,0	752,0	12.176,0	219,2	354,4	211,7	11.849,3	271,4	575,7	993,1	9.113,6	109,2	258,9	109,2
Agosto	12.409,9	844,6	532,9	383,4	14.226,8	338,1	451,1	1.144,2	13.074,0	243,3	357,6	871,0	13.948,6	330,3	400,4	140,4	12.084,6	187,9	379,8	690,3	11.644,7	139,7	359,5	175,4
Septiembre	11.526,4	669,1	442,4	1.476,8	11.091,6	275,6	419,8	1.004,9	12.130,2	213,2	330,1	748,6	14.383,0	218,4	491,3	308,7	13.196,0	157,5	366,0	684,2	12.962,7	154,6	369,6	199,1
Octubre	10.240,1	687,5	585,6	1.647,2	12.770,7	339,1	492,7	1.197,6	10.844,0	243,0	607,0	1.184,0	13.225,3	202,4	431,9	214,5	12.052,0	141,9	371,7	653,3	9.014,2	127,5	356,7	160,4
Noviembre	8.315,0	630,0	1.281,4	2.399,5	13.366,9	280,7	392,3	936,7	11.044,4	391,3	413,8	1.063,9	13.213,1	156,2	409,1	217,3	10.957,0	163,3	240,0	536,6	7.980,0	149,2	487,1	156,7
Diciembre	12.599,6	793,3	717,4	2.014,9	16.042,0	466,5	372,9	1.191,7	14.632,7	365,6	538,0	1.185,1	17.601,9	220,8	579,0	243,4	14.182,0	245,8	361,3	788,8	15.847,2	241,2	554,8	179,1
Promedio anual	10.073,9	730,1	655,1	829,2	12.444,4	366,2	443,6	681,1	12.857,8	260,3	375,9	934,3	12.836,2	251,9	416,2	237,4	11.941,9	202,2	420,5	714,4	11.013,6	145,8	357,8	205,8
Total	120.886	8.761	7.861	9.951	149.333	4.395	5.323	8.173	154.293	3.124	4.511	11.212	154.034	3.022	4.994	2.848	143.302	2.426	5.046	8.572	132.164	1.700	4.287	2.839
% Participación papas fitas FA	100%	100%	100%	100%	70%	100%	100%	100%	30%	100%	100%	100%	10%	100%	100%	100%	20%	100%	100%	100%	5%	100%	100%	100%
Participación FA	120.886	8.761	7.861	9.951	104.533	4.395	5.323	8.173	46.288	3.124	4.511	11.212	15.403	3.022	4.994	2.848	28.660	2.426	5.046	8.572	6.608	1.700	4.287	2.839

Fuente: Elaboración propia.

Anexo D. Encuesta realizada a trabajadores

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL
PREPARACIÓN DE TESIS



Encuesta profesional

I. Contexto

Bajo la autorización de Gerencia de Operaciones de la empresa, se crea esta encuesta con la finalidad de determinar la frecuencia de las causas encontradas en la investigación realizada por Sofia Cabezas y Genesis Acosta, estudiantes de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad de Valparaíso que están llevando a cabo su Proyecto de Título. Cabe mencionar que esta encuesta es anónima y sólo para fines analíticos.

II. Preguntas de selección:

Responde a la ponderación según criterio propio de los eventos que generan las causas nombradas a continuación. Estas causas fueron seleccionadas por un grupo de expertos para el posterior análisis.

Favor contestar el siguiente ítem de acuerdo con la siguiente escala de puntajes:

4 = Muy insuficiente

3 = Insuficiente

2 = Moderado

1 = Suficiente

0 = Muy suficiente

Elementos	Causas	Código causa	Puntaje
<i>MANO DE OBRA</i>	Personal capacitado	C1	
	Supervisión a trabajadores/calidad	C2	
<i>INSPECCIÓN</i>	Rotulación de insumos	C3	
	Revisión de calidad	C4	
<i>MÉTODO DE TRABAJO</i>	Múltiples traslados en la planta (producto en tránsito)	C5	
	Continuidad de las líneas de producción	C6	
	Cruces entre procesos productivos	C7	
	Procedimientos operativos	C8	
<i>MEDIO AMBIENTE</i>	Disposición geográfica de cajas en la planta	C9	
	Cumplimiento de la normativa sanitaria de los alimentos del Decreto Supremo 977/96	C10	
	Asignación de bodega con mezcla entre productos	C11	
	Ubicación de la zona de despacho	C12	

NOTA: Se deja en claro que la información de esta encuesta es total y completamente anónima, no perjudicará ningún puesto de trabajo ni resultados similares. Todo con el fin de obtener cálculos y análisis de la problemática detectada en la organización.

Junio de 2022.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo E. Simbología cursograma analítico



Fuente: Página web Ingenio Empresa 2022.

Anexo F. Cursogramas analíticos

Cursograma analítico 1										
Diagrama Num: 1		Hoja Núm 1 de 1		Resumen						
Objeto:				Actividad		Actual	Propuesta			
Actividad: PROCESO PRODUCTIVO PAPAS FRITAS				Operación		8				
Método: Actual				Transporte		5				
Lugar: FÁBRICA ANTIGUA				Espera		1				
Operario (s):				Inspección		3				
Fecha:		Fecha:		Almacenamiento		1				
Compuesto por:		Aprobado por:		Distancia (m)		230,71				
				Tiempo (min-hombre)		172,04				
				Costo						
				- Mano de obra						
				- Material						
				Total						
Nº Actividad	Descripción	Ubicación	Cantidad	Tiempo min.	Distancia m.	Símbolo				Observaciones
1	Recepción y almacenamiento de saco de papas	1	1	8	180				X	Traslado de una fábrica a otra
2	Lavado y pelado de papas	2		2,16	0	X				
3	Traslado a zona de corte			1	22,71				X	
4	Selección de papas	3		0,3	0		X			
5	Cortado	3		2,08	0,5	X				Tipo coctel e hilo
6	Lavado	3		3	2	X				
7	Centrifugado	3		2	1	X				
8	Inspección y control de calidad			N/A	N/A				X	Verificar Tº y pH aceite
9	Fritura	4		7	0,5	X				Rendimiento de 1 saco
10	Salado de batch	4		0,5	0,5	X				Excepto "coctel sin sal"
11	Llenado de bolsas	4		5	0	X				Actividad paralela a Fritura
12	Traslado zona de enfriamiento			2	12				X	
13	Enfriamiento	6		120	0				X	Mínimo 2 horas
14	Traslado zona de envasado			2	2,5				X	Automático o manual
15	Envasado/Encajado	8 y 9		15	0	X				
16	Traslado zona de almacenamiento			2	9				X	
17	Almacenamiento	7 y 10		N/A	0				X	
			Total	172,04	230,71					

Figura F.1: Cursograma analítico de papas fritas.
Fuente: Elaboración propia.

Cursograma analítico 2										
Diagrama Num: 2		Hoja Núm 1 de 1		Resumen						
Objeto:				Actividad		Actual	Propuesta			
Actividad: PROCESO PRODUCTIVO SUFLÉS				Operación		10				
Método: Actual				Transporte		3				
Lugar: FÁBRICA ANTIGUA				Espera		1				
Operario (s):				Inspección		1				
Fecha:		Fecha:		Almacenamiento		1				
Compuesto por:		Aprobado por:		Distancia (m)		38				
				Tiempo (min-hombre)		1577,5				
				Costo						
				- Mano de obra						
				- Material						
				Total						
Nº actividad	Descripción	Ubicación	Cantidad	Tiempo min.	Distancia m.	Símbolo				Observaciones
1	Recepción y almacenamiento de materia prima e insumos	5		10	18	X				
2	Mezclado/Preparación de máquina	12	1	60	0	X				Actividades paralelas
3	Calentar extrusora	12		20	0				X	
4	Partida de extrusora	12		5	0	X				Verificar Tº, homogenizador y calha de vibracao
5	Tombola de saborizantes	12		20	0	X				Se agrega saborizantes, colorantes y preservantes
6	Llenado de bolsas	12		5	3	X				
7	Traslado zona de enfriamiento			1	12				X	
8	Enfriamiento	5		1440	0	X				
9	Traslado zona de envasado			1,5	2,5				X	Automático o manual
10	Envasado/Encajado	8 y 9		15	0	X				
11	Traslado zona de almacenamiento				2,5				X	
12	Almacenamiento	7		N/A	0				X	
			Total	1577,5	38					

Figura F.2: Cursograma analítico del suflé
Fuente: Elaboración propia.

Cursograma analítico 4											
Diagrama Núm: 4			Hoja Núm 1 de 1		Resumen						
Objeto:			Actividad		Actual	Propuesta					
Actividad: PROCESO PRODUCTIVO MANÍ			Operación		6						
Método: Actual			Transporte		3						
Lugar: FÁBRICA ANTIGUA			Espera		1						
Operario (s):		Ficha núm:	Inspección		3						
			Almacenamiento		1						
			Distancia (m)		31,56						
			Tiempo (min-hombre)		138						
Compuesto por:		Fecha:	Costo								
Aprobado por:		Fecha:	- Mano de obra								
			- Material								
			Total								
Nº Actividad	Descripción	Ubicación	Cantidad	Tiempo min.	Distancia m.	Símbolo				Observaciones	
1	Recepción y almacenamiento de materia prima e insumos			8	17,56	X					
2	Retiro de casaca/Calentar aceite	13		30	0	X					Actividades paralelas
3	Selección de maní	13		10	0		X				
4	Inspección y control de calidad			N/A	N/A		X				Verificar T° aceite
5	Fritura	13		3	0,5	X					Revolviendo cada cierto tiempo
6	Salado	11		2	0,5	X					
7	Inspección y control de calidad			N/A	N/A		X				
8	Traslado zona de enfriamiento			1	1				X		
9	Enfriamiento	8		60	0				X		
10	Traslado zona de envasado			3	9				X		Automático y manual
11	Envasado/Encajado	14		20	0	X					
12	Traslado zona de almacenamiento			1	1,5				X		
13	Almacenamiento	7 y 8		N/A	1,5					X	
Total				138	31,56						

Figura F.3: Cursograma analítico del maní
Fuente: Elaboración propia.

Anexo G. Tabla de dimensiones recomendadas para el puesto de trabajo

TABLA 5-1

DIMENSIONES RECOMENDADAS PARA LA DISPOSICION DEL PUESTO DE TRABAJO (en pulgadas)

	Banco de trabajo, operario sentado	Banco de trabajo operario alternativamente de pie o sentado en taburete alto	Area de trabajo, operario de pie
<i>Area de trabajo normal</i>			
de las manos: radio del círculo con centro en los hombros (a 8 pulgadas de la columna vertebral)	15	15	18
<i>Area máxima de trabajo sin fatiga indebida</i>			
Horizontal (S)	24	30	40
Vertical (E)	24	34	56
<i>Distancia entre centros de trabajadores dispuestos a lo largo del banco de trabajo (excluida área para stock y diseminación de contenedores)</i>	30	30-30	36
<i>Altura del banco de trabajo</i>			
distancia de la cara superior al suelo (P):			
Para hombres	30	40-42	42
Para mujeres	28-30	36-38	38
<i>Asiento de silla</i>			
Altura sobre el suelo	18	28	—
<i>Pedal</i>			
Altura sobre el suelo	1-2	8	1-2
<i>Escabel para los pies</i>			
Altura sobre el suelo			
Para hombres	1-2	8	1-2
Para mujeres	1-2	10	1-2
<i>Nivel de los ojos</i>			
Altura sobre el suelo			
Para hombres	46	56	64
Para mujeres	44	53	60
<i>Profundidad de los estantes al nivel de la vista</i>			
Para hombres			26
Para mujeres			22

S: Radio desde la parte superior del hombro (suponiendo que el hombro esté a 6 pulgadas del borde del banco).

E: Radio hacia arriba desde el codo (suponiendo que el codo esté a 6 pulgadas del borde del banco).

P: Dependiendo de la altura del producto trabajado.

Nota: 1 pulgada = 25,4 mm < > 2,54 cm.

Fuente: Libro *Distribución en Planta* 2° edición, Richard Muther, 1970.

Anexo H. Cursogramas con layout implementado y resultado de su economía

Cursograma analítico implementado													
Diagrama Num: 1		Hoja Num 2 de 2		Resumen									
Objeto: Ilustración de proceso productivo bajo metodología				Actividad		Actual	Propuesta	Economía					
Actividad: PROCESO PRODUCTIVO PAPAS FRITAS Método: Actual Lugar: FÁBRICA ANTIGUA				Operación		8	8	0					
				Transporte		5	6	-1					
				Espera		1	1	0					
				Inspección		3	1	2					
				Almacenamiento		1	2	-1					
Operario (s):				Ficha núm:		Distancia (m)	230,71	36,81	193,9				
Compuesto por:				Fecha:		Tiempo (min-hombre)	172,04	166,04	6				
Aprobado por:				Fecha:		- Mano de obra							
				Total									
N° Actividad	Descripción	Ubicación	Cantidad	Tiempo min.	Distancia m.	Símbolo					Observaciones		
						O	T	E	I	A			
1	Almacenamiento de saco de papas	1	1	0,5	1,2						X	Considerando el traslado	
2	Pelado de papas	2		2,16	0	X						Ingresar el saco de papas a la peladora	
3	Traslado a zona de corte			1	2,81		X						
	Cortado			2,08	0	X							
4	Lavado	3		3	0	X							
5	Traslado a zona de centrifugado	3		1	2,3		X					Retiro de papas en canastillo	
6	Centrifugado	3		2	0	X							
7	Inspección y control de calidad	3		N/A	N/A					X		Verificar T° y pH aceite	
8	Traslado a zona de fritura			0,3	1		X						
9	Fritura	4		7	0,5	X						Rendimiento de 1 saco	
10	Salado de batch	4		0,5	0,5	X						Excepto "coctel sin sal"	
11	Llenado de bolsas	4		5	0,5	X						Actividad paralela a Fritura	
12	Traslado zona de enfriamiento			2,5	11		X						
13	Enfriamiento	6		120	0			X				Mirar o 2 horas	
14	Traslado zona de envasado			2	9		X					Automático o manual	
15	Envasado/Encajado	8 y 9		15	0	X							
16	Traslado zona de almacenamiento			2	8		X						
17	Almacenamiento	7 y 10		N/A	0					X			
Total					166,04	36,81							

Figura H.1: Cursograma analítico de papas fritas con layout implementado.
Fuente: Elaboración propia.

Cursograma analítico implementado													
Diagrama Num: 2		Hoja Num 2 de 2		Resumen									
Objeto: Ilustración de proceso productivo bajo metodología				Actividad		Actual	Propuesta	Economía					
Actividad: PROCESO PRODUCTIVO SUFLÉS Método: Actual Lugar: FÁBRICA ANTIGUA				Operación		10	4	6					
				Transporte		3	2	1					
				Espera		1	3	-2					
				Inspección		1	1	0					
				Almacenamiento		1	2	-1					
Operario (s):				Ficha núm:		Distancia (m)	38	28,5	9,5				
Compuesto por:				Fecha:		Tiempo (min-hombre)	1577,5	1574	3,5				
Aprobado por:				Fecha:		- Mano de obra							
				Total									
N° actividad	Descripción	Ubicación	Cantidad	Tiempo min.	Distancia m.	Símbolo					Observaciones		
						O	T	E	I	A			
1	Almacenamiento de materia prima e insumos	5		4	9						X	Considerando el traslado	
2	Mezclado/Preparación de máquina	12	1	60	0	X						Actividades paralelas	
3	Calentar extrusora	12		20	0		X						
4	Partida de extrusora	12		5	0		X					Verificar T°, homogenizador y calha de vibracao	
5	Tombola de saborizantes	12		20	2	X						Se agrega saborizantes, colorantes y preservantes	
6	Llenado de bolsas	12		5	0	X							
7	Traslado zona de enfriamiento			1,5	6,5		X						
8	Enfriamiento	5		1440	0			X					
9	Traslado zona de envasado			1,5	3		X						
10	Envasado/Encajado	8 y 9		15	0	X						Automático o manual	
11	Traslado zona de almacenamiento			2	8		X						
12	Almacenamiento	7		N/A	0					X			
Total					1574	28,5							

Figura H.2: Cursograma analítico de suflés con layout implementado.
Fuente: Elaboración propia.

Cursograma analítico implementado													
Diagrama Num: 3		Hoja Num 2 de 2		Resumen									
Objeto: Ilustración de proceso productivo bajo metodología				Actividad		Actual	Propuesta	Economía					
Actividad: PROCESO PRODUCTIVO RAMITAS				Operación		8	7	1					
Método: Actual				Transporte		1	3	-2					
Lugar: FÁBRICA ANTIGUA				Espera		2	2	0					
Operario (s):				Inspección		5	3	2					
Fecha:				Almacenamiento		1	2	-1					
Fecha:				Distancia (m)		74,96	40	34,96					
Compuesto por:				Tiempo (min-hombre)		142	136	6					
Aprobado por:				- Mano de obra									
				Total									
N° actividades	Descripción	Ubicación	Cantidad	Tiempo min.	Distancia m.	Símbolo					Observaciones		
						O	T	E	I	A			
1	Almacenamiento de materia prima e insumos	5		5	5,9						X	Considerando el traslado // Incluye colorantes	
2	Amasado	11		5	0	X						Agregar paulatinamente	
3	Traslado a zona de sobado			1	1		X					Obj: Masa homogénea	
4	Reposo	11		20	1								
5	Sobado	11		5	1	X						Disminución de espesor	
6	Cortado	11		2	0	X							
7	Sobado	11		5	1	X						Bantas	
8	Traslado a zona de fritura			4	9,9		X						
9	Fritura	4		6	0	X							
10	Saborizado	4		1	0	X							
11	Inspección y control de calidad			N/A	N/A					X			
12	Traslado zona de enfriamiento			2	2,7		X						
13	Enfriamiento	5		60	0					X			
14	Traslado zona de envasado			3	9,5					X			
15	Envasado/Encajado	8 y 9		15	0	X						Automático o manual	
16	Traslado zona de almacenamiento			2	8					X			
17	Almacenamiento	7		N/A	0						X		
Total					136	40							

Figura H.3: Cursograma analítico de ramitas con layout implementado.

Fuente: Elaboración propia.

Cursograma analítico implementado														
Diagrama Num: 4		Hoja Num 2 de 2		Resumen										
Objeto: Ilustración de proceso productivo bajo metodología				Actividad		Actual	Propuesta	Economía						
Actividad: PROCESO PRODUCTIVO MANÍ				Operación		6	5	1						
Método: Actual				Transporte		3	3	0						
Lugar: FÁBRICA ANTIGUA				Espera		1	1	0						
Operario (s):				Inspección		3	2	1						
Fecha:				Almacenamiento		1	2	-1						
Fecha:				Distancia (m)		31,56	27,5	4,06						
Compuesto por:				Tiempo (min-hombre)		138	138	0						
Aprobado por:				- Mano de obra										
				Total										
N° Actividad	Descripción	Ubicación	Cantidad	Tiempo min.	Distancia m.	Símbolo					Observaciones			
						O	T	E	I	A				
1	Almacenamiento de materia prima e insumos			6	14,81							X	Considera traslado a producción	
2	Retiro de casaca/Calentar aceite	13		30	0	X							Actividades paralelas	
3	Selección de mani	13		10	0	X								
4	Inspección y control de calidad			N/A	N/A					X			Verificar T° aceite	
5	Fritura	13		3	0,5	X							Revolviendo cada cierto tiempo	
6	Salado	11		2	0	X								
7	Inspección y control de calidad			N/A	N/A					X				
8	Traslado zona de enfriamiento			4	1		X							
9	Enfriamiento	8		60	0					X				
10	Traslado zona de envasado			1	2		X						Automático y manual	
11	Envasado/Encajado	14		20	0	X								
12	Traslado zona de almacenamiento			2	9,19		X							
13	Almacenamiento	7 y 8		N/A	0							X		
Total					138	27,5								

Figura H.4: Cursograma analítico de maní con layout implementado.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo I. Costos de trabajos previos

Ítem	Costo neto (millones)
Retiro de máquinas y limpieza de la fábrica	\$ 0
Instalación de Faena	\$ 1,6
Desmantelar y retiro de escombros	\$ 1
Total Costos Trabajos previos	\$ 2,6

Fuente: Elaboración propia.

Estos costos tienen por objetivo despejar el espacio que está actualmente ocupado, ya sea mover máquinas, muebles, productos etc. Además de la limpieza de la fábrica, estas acciones no están consideradas en el costo ya que son realizadas por parte del equipo de planta de Primor. Por otro lado, dentro de las actividades que sí tienen un costo asociado se consideran el desmantelamiento de algunas partes de la infraestructura, ya sea algunos muros, puertas, ventanas, etc., además del retiro de escombros y la instalación de faena. El costo total de los trabajos previos es de 3 millones aproximadamente.

Anexo J. Costos de Obra Civil (construcción y electricidad)

	Ítem	Costo neto (millones)
Obra Civil	Maquinaria	\$ 0,18
	Alcantarillado	\$ 0,225
	Materiales e insumos	\$ 27,8
	Mano de obra	\$ 25,2
Subtotal Obra Civil		\$ 53,4
Electricidad	Materiales e insumos	\$ 4,4
	Mano de Obra	\$ 3,8
Subtotal Electricidad		\$ 8,2
Total Costos Obra Civil		\$ 61,6

Fuente: Elaboración propia.

El desarrollo de la construcción de la obra civil alcanza un monto total de 53 millones de pesos aproximadamente. Por otro lado, la instalación eléctrica alcanza un monto total de 8 millones de pesos aproximadamente. El costo total de obra civil es de 62 millones de pesos chilenos aproximadamente.

Anexo K. Costos de muebles y estantería nueva

Ítem	Cant.	Precio Unitario	Subtotal (millones)
Estanterías de acero inoxidable (150x60x155) cm.	10	\$ 265.672	\$ 2,7
Estanterías de acero inoxidable (120x50x155) cm.	2	\$ 218.692	\$ 0,44
Mesones de muro de acero inoxidable (120x60x85) cm.	7	\$ 96.382	\$ 0,68
Mesones de acero inoxidable (150x60x90) cm.	3	\$ 104.482	\$ 0,3
Armario de acero inoxidable (productos químicos) (60x60x155) cm	1	\$ 207.352	\$0,2
Total Costos Muebles y Estanterías			\$ 4,3

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las mejoras consideradas en el nuevo layout se busca reducir los riesgos de contaminación en los alimentos, por lo que es importante manipular los implementos y productos en base a las normativas. En ellas se expresa la importancia de las superficies de acero inoxidable por lo que son los requerimientos que se consideran. El costo de muebles y estanterías es de aproximadamente 4,3 millones de pesos.

Anexo L. Escenario pesimista

El escenario pesimista se detalla a continuación, teniendo como base la producción actual del año 2022, la proyección anual y el porcentaje de aumento en relación de la producción actual con la proyectada.

L.1: Tabla de Frecuencia actual y proyectada de producción asociada al escenario pesimista.

Producto	Frecuencia actual (ciclo/mes)	Producto terminado actual (kg/año)	Frecuencia proyectada (ciclo/mes)	Producto terminado proyectado (kg/año)	Porcentaje de aumento
Papas fritas	4	7.200	6	10.800	50 %
Ramitas	1	1.764	2	3.528	100 %
Suflés	5	3.600	7	5.040	40 %
Maní	1	1.824	2	3.648	100 %

Fuente: Elaboración propia.

Este escenario alcanza aproximadamente 8.600 Kg. más que la fabricación actual, como se explica en el capítulo 5, la zona de almacenamiento garantiza dicha producción.

Los costos asociados a la producción total que alcanza el escenario pesimista tienen proporcionalidad directa a la actual. Los costos fijos de fabricación bordean los 25 millones de pesos y los costos variables casi 11 millones de pesos. En el primer año de producción, cabe recalcar que se consideran todos los factores económicos consistentes al principio del capítulo 6 y así la proyección económica puede ser evaluada mediante la herramienta de flujo de caja y sus respectivos indicadores financieros.

L.2: Flujo de caja escenario pesimista.

FLUJO DE CAJA PESIMISTA						
Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos por Venta		53.594.416	58.953.857	64.849.243	71.334.167	78.467.584
Costos Variables		-10.689.769	-11.758.746	-12.934.620	-14.228.082	-15.650.890
Costos Fijos		-24.624.230	-24.624.230	-24.624.230	-24.624.230	-24.624.230
Intereses		-10.829.170	-9.260.723	-7.438.186	-5.320.399	-2.859.530
Depreciación		-66.846.731	0	0	0	0
Utilidad Antes de Impuestos		-59.395.485	13.310.159	19.852.206	27.161.456	35.332.933
Impuestos		0	0	0	185.667	7.066.587
Utilidad Después de Impuestos		-59.395.485	13.310.159	19.852.206	26.975.789	28.266.347
Depreciación		66.846.731	0	0	0	0
Inversión	-96.846.731					
Capital de trabajo		-6.300.000	-6.300.000	-6.300.000	-6.300.000	-6.300.000
Valor de desecho						174.483.621
Préstamo	66.846.731					
Amortizaciones		-9.681.777	-11.250.225	-13.072.762	-15.190.549	-17.651.418
Flujo de Caja	\$-30.000.000	\$-8.530.531	\$-4.240.067	\$479.445	\$5.485.240	\$178.798.550

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar existe un valor de desecho, indicador que pretender darles continuidad a las operaciones de la fábrica por consiguiente los indicadores financieros de este flujo de caja pesimista se detallan a continuación:

L.3: Resultados VAN y TIR en el escenario pesimista.

VAN	\$ 47 M\$
TIR	37 %

Fuente: Elaboración propia.

Tras el cálculo del indicador VAN se determina que el proyecto generaría valor para la empresa en el caso de su implementación, es decir, 47 millones de pesos como remanente en conjunto con una tasa interna de retorno superior a la tasa de descuento. Esto nos indica que considerando un leve aumento de la producción la implementación del nuevo layout le aporta beneficios a la empresa.

Anexo M. Escenario optimista

El escenario optimista se detalla a continuación, teniendo como base la producción actual del año 2022, la proyección anual y el porcentaje de aumento en relación de la producción actual con la proyectada.

M.1: Tabla de Frecuencia actual y proyectada de producción asociada al escenario optimista.

Producto	Frecuencia actual (ciclo/mes)	Producto terminado actual (kg/año)	Frecuencia proyectada (ciclo/mes)	Producto terminado proyectado (kg/año)	Porcentaje de aumento
Papas fritas	4	7.200	8	14.400	100 %
Ramitas	1	1.764	4	7.056	300 %
Suflés	5	3.600	8	5.760	60 %
Maní	1	1.824	4	7.296	300 %

Fuente: Elaboración propia.

Este escenario alcanza aproximadamente 20 mil Kg. más que la fabricación actual, como se explica en el capítulo 5, la zona de almacenamiento garantiza dicha producción.

Los costos asociados a la producción total que alcanza el escenario optimista tienen proporcionalidad directa a la actual. Los costos fijos de fabricación bordean los 37 millones de pesos y los costos variables alrededor de 10 millones de pesos. Esto en el primer año de producción, cabe recalcar que se consideran todos los factores económicos consistentes al principio del capítulo 6 y así la proyección económica puede ser evaluada mediante la herramienta de flujo de caja y sus respectivos indicadores financieros.

M.2: Flujo de caja escenario optimista.

FLUJO DE CAJA OPTIMISTA						
Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos por Venta		121.286.207	133.414.827	146.756.310	161.431.941	177.575.135
Costos Variables		-26.153.768	-28.769.145	-31.646.059	-34.810.665	-38.291.731
Costos Fijos		-53.111.031	-53.111.031	-53.111.031	-53.111.031	-53.111.031
Intereses		-10.829.170	9.260.723	7.438.186	5.320.399	2.859.530
Depreciación		-66.846.731	0	0	0	0
Utilidad Antes de Impuestos		-35.654.493	60.795.374	69.437.406	78.830.644	89.031.903
Impuestos		0	5.028.176	13.887.481	15.766.129	17.806.381
Utilidad Después de Impuestos		-35.654.493	55.767.198	55.549.925	63.064.515	71.225.522
Depreciación		66.846.731	0	0	0	0
Inversión	-96.846.731					
Capital de Trabajo		-19.200.000	-19.200.000	-19.200.000	-19.200.000	-19.200.000
Valor de desecho						439.663.717
Préstamo	66.846.731					
Amortizaciones		-9.681.777	-11.250.225	-13.072.762	-15.190.549	-17.651.418
Flujo de Caja	\$-30.000.000	\$2.310.460	\$25.316.973	\$23.277.163	\$28.673.966	\$474.037.821

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar existe un valor de desecho, indicador que pretender darles continuidad a las operaciones de la fábrica por consiguiente los indicadores financieros de este flujo de caja optimista se detallan a continuación:

M.3: Resultados VAN y TIR en el escenario optimista.

VAN	\$245 M\$
TIR	95%

Fuente: Elaboración propia.

Tras el cálculo del indicador VAN se determina el valor que generaría la implementación del nuevo layout con el incremento de la producción para la empresa el cual corresponde a 245 millones aproximadamente como remanente por la continuación de operaciones de la organización, además la tasa interna de retorno triplica la tasa de descuento.