



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

**DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN  
DE UN SNACK A BASE DE PAPACHINA “*Colocasia esculenta*”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTORA:**

**LIZBETH MARIUXI LOZANO LOJANO**

Riobamba – Ecuador

2024



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

**DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCION  
DE UN SNACK A BASE DE PAPACHINA “*Colocasia esculenta*”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTORA: LIZBETH MARIUXI LOZANO LOJANO**

**DIRECTOR: MVZ. DAVALOS MERINO GUILLERMO EDUARDO**

Riobamba – Ecuador

2024

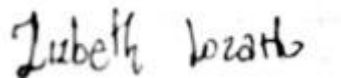
**©2024, Lizbeth Mariuxi Lozano Lozano**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Lizbeth Mariuxi Lozano Lozano, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 24 de junio de 2024



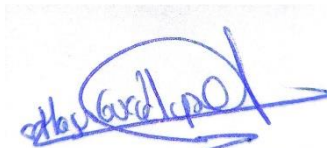

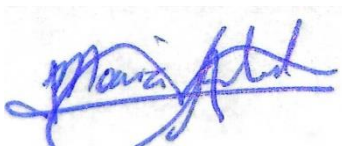
---

**Lizbeth Mariuxi Lozano Lozano**

**C.I: 140096753-3**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; tipo: Proyecto Técnico, **DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCION DE UN SNACK A BASE DE PAPACHINA “Colocasia esculenta”**, realizado por el señor: **LIZBETH MARIUXI LOZANO LOJANO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. María Augusta Guadalupe Alcoser <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 _____	2024-06-24
Mvz. Guillermo Eduardo Dávalos Merino <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	 _____	2024-06-24
Ing. Mónica Lilian Andrade Avalos <b>ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	 _____	2024-06-24

## DEDICATORIA

*Con profundo orgullo y gratitud, dedico este trabajo de titulación a mi mente grandiosa, cuya creatividad y capacidad me han guiado a través de cada desafío. A mi perseverancia, dedicación y esmero, que han sido los pilares fundamentales en el logro de esta meta que elegí perseguir.*

*A mis padres, quienes me brindaron la invaluable oportunidad de estudiar en la universidad. Gracias por sus altas expectativas, por su amor incondicional y por inspirarme a ser una mejor persona cada día. Su apoyo y confianza en mí han sido mi mayor impulso.*

*A mi familia en general, cada uno de ustedes ha sido un apoyo inquebrantable en momentos de necesidad. Su respaldo ha sido crucial y siempre estaré profundamente agradecida por ello.*

*A la familia de mi novio, por su generosidad y ayuda al cuidar de mi hija, permitiéndome concentrarme en mis estudios. Su apoyo ha sido esencial para alcanzar este logro.*

*A mi novio, mi compañero de vida y el mejor padre. Gracias por estar a mi lado en cada momento, por tu amor, paciencia y apoyo constante durante mi carrera académica. Tu presencia ha hecho que este camino sea mucho más significativo y llevadero.*

*Finalmente, dedico este trabajo a todas aquellas personas que creen que es imposible alcanzar este nivel académico. Confíen en ustedes mismos, crean en su capacidad de lograr cualquier cosa con esfuerzo, disciplina y disfrutando cada nuevo conocimiento adquirido.*

## AGRADECIMIENTO

*Con humildad y profunda gratitud, quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a todas las personas e instituciones que han sido parte fundamental en este viaje académico y personal.*

*Primero y principalmente, agradezco al ser celestial que nos permite seguir respirando cada día y por la maravillosa y compleja conexión de neuronas que nos dota de la capacidad de desarrollar nuestro intelecto y enfrentar los desafíos de la vida. Sin Su guía y bendición, nada de esto sería posible.*

*"Porque Jehová da la sabiduría; de su boca proceden el conocimiento y la inteligencia." – Proverbios 2:6*

*A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, mi más sincero agradecimiento por brindar un espacio de formación y crecimiento integral. Su compromiso con la excelencia académica ha sido un pilar fundamental en mi educación y desarrollo profesional.*

*A mis profesores, gracias por compartir generosamente sus vastos conocimientos y valiosas experiencias laborales. Sus enseñanzas han sido una fuente constante de inspiración y motivación. Agradezco especialmente el impulso hacia la investigación y la creación de nuevas tecnologías, abriendo nuestras mentes a un mundo lleno de posibilidades y creatividad.*

*A mis amigos, quienes han sido mi apoyo constante en este recorrido. Gracias por estar allí en los momentos difíciles, colaborando en los trabajos y compartiendo innumerables momentos de diversión y alegría. Su compañerismo ha hecho que este camino sea mucho más llevadero y gratificante.*

*A los técnicos de laboratorio, cuyo apoyo y guía han sido invaluableles. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos prácticos y por ayudarnos a aplicar la teoría en situaciones reales. Su experiencia ha sido crucial para nuestro aprendizaje.*

*A mi familia, mi más profundo agradecimiento por su amor incondicional y apoyo constante. Gracias por creer en mí, por ser mi fuente de fortaleza y por motivarme a alcanzar mis sueños. Finalmente, a todas aquellas personas que de alguna manera han contribuido a este logro, mi eterna gratitud. Este trabajo es también fruto de su esfuerzo, dedicación y apoyo inquebrantable. "Lo que sabemos es una gota de agua; lo que ignoramos es el océano." – Isaac Newton*

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

<b>1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. Justificación .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Objetivos .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....</b>	<b>3</b>

### CAPÍTULO II

<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Antecedentes de la investigación .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1. <i>Elaboración de snacks de papa aplicando fritura al vacío.</i> .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.2. <i>Elaboración de snack de papa china aplicando fritura convencional</i> .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.3. <i>Elaboración de snack a base de tubérculos mediante el horneado.</i>.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2. Referencias teóricas .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.1. <i>Papa china</i> .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.2. <i>Características para el cultivo de la papa china</i> .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.3. <i>Clasificación Taxonómica de la C. Esculenta</i> .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.4. <i>Composición química y nutricional de la papa china.</i> .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.5. <i>Tipos de papa china.</i> .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.6. <i>La producción de la papa china en Ecuador</i> .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.7. <i>Snacks en el Ecuador</i> .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.8. <i>Proceso de Fritura en snacks</i> .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.8.1. <i>Parámetros que influyen en el proceso de fritura</i> .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.9. <i>Proceso de horneado en snacks</i> .....</b>	<b>11</b>



2.2.10. Operaciones Unitarias del proceso .....	11
---	----

### CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO .....	13
3.1. Localización del proyecto .....	13
3.2. Ingeniería del proyecto .....	13
3.2.1. Tipo de estudio .....	13
3.2.2. Métodos y técnicas .....	14
3.2.2.1. Métodos .....	14
3.2.2.2. Técnicas .....	14
3.3. Parte Experimental .....	21
3.3.1. Descripción de la toma de muestra .....	21
3.3.2. Descripción del proceso a nivel laboratorio. ....	21
3.3.3. Formulación del proceso para la elaboración del snack. ....	26
3.3.3.1. Resultados de la formulación proceso del producto (Encuestas) .....	26
3.3.4. Datos Experimentales .....	34
3.3.5. Balance de Masa .....	35
3.3.5.1. Balance de masa para la selección de la Materia Prima .....	35
3.3.5.2. Balance de masa en etapa de Pelado de la materia prima .....	36
3.3.5.3. Balance de masa en la etapa de rebanado. ....	37
3.3.5.4. Balance de masa en el secado .....	38
3.3.5.5. Balance de masa en la etapa de cocción .....	39
3.3.5.6. Balance de Energía en la etapa de fritura .....	39
3.3.5.7. Determinación del rendimiento de la materia prima. ....	43
3.3.6. Variables del Proceso .....	43
3.3.6.1. Temperatura / tiempo .....	43
3.3.6.2. Presión .....	44
3.3.6.3. Humedad .....	44
3.3.7. Proceso de elaboración a nivel Industrial .....	44
3.3.7.1. Balance de masa en la producción del snack a escala industrial .....	44
3.3.8. Requerimientos de instrumentos, equipos y maquinarias .....	49
3.3.9. Dimensionamiento de los Equipos .....	49
3.3.9.1. Material de construcción .....	50
3.3.9.2. Banda Transportadora .....	50
3.3.9.3. Peladora de papa .....	55
3.3.9.4. Rebanadora .....	59

3.3.9.5.	<i>Tanque de lavado</i>	61
3.3.9.6.	<i>Freidora industrial a vapor</i>	62
3.3.9.7.	<i>Mesa de enfriamiento</i>	65
3.3.9.8.	<i>Caldera generador de vapor</i>	66
3.4.	<b>Resultado del dimensionamiento de los equipos.</b>	67
3.5.	<b>Análisis Costo-Beneficio del proyecto</b>	68
3.5.1.	<i>Inversión fija</i>	68
3.5.2.	<i>Presupuesto de gastos de producción</i>	68
3.5.3.	<i>Costos totales de Inversión fija y Egresos</i>	70
3.5.4.	<i>Costo de elaboración del producto</i>	70
3.5.5.	<i>Proyección de ganancias anuales</i>	71
3.6.	<b>Cálculo del TIR y VAN</b>	71

#### **CAPITULO IV**

4.	<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b>	74
4.1.	<b>Análisis de los resultados de la caracterización de la materia prima.</b>	74
4.2.	<b>Análisis de los resultados de los requisitos bromatológicos y microbiológicos del snack de papa china</b>	74
4.3.	<b>Análisis de los resultados del diseño del proceso</b>	75
4.4.	<b>Análisis de los resultados del dimensionamiento de los equipos.</b>	78
4.5.	<b>Análisis de los resultados costo-beneficio</b>	79

<b>CONCLUSIONES</b>	80
---------------------	----

<b>RECOMENDACIONES</b>	81
------------------------	----

#### **BIBLIOGRAFIA**

#### **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b>	Características de cultivo de la papa china .....	7
<b>Tabla 2-2:</b>	Clasificación Taxonómica de la Materia Prima.....	7
<b>Tabla 2-3:</b>	Composición Química y Nutricional de la papa china. ....	8
<b>Tabla 3-1:</b>	Coordenadas geográficas.....	13
<b>Tabla 3-2:</b>	Determinación de las características sensoriales de la papa china.....	14
<b>Tabla 3-3:</b>	Técnica para determinar % Humedad.....	15
<b>Tabla 3-4:</b>	Técnica para determinar el % Grasa Cruda. ....	15
<b>Tabla 3-5:</b>	Técnica para determinar el contenido de cenizas. ....	15
<b>Tabla 3-6:</b>	Técnica para determinar el contenido de fibra cruda.....	16
<b>Tabla 3-7:</b>	Técnica para determinar el contenido de Proteína cruda.....	17
<b>Tabla 3-8:</b>	Requisitos Bromatológicos.....	18
<b>Tabla 3-9:</b>	Requisitos Microbiológicos.....	19
<b>Tabla 3-10:</b>	Materiales, Equipos, Materia prima e insumos .....	21
<b>Tabla 3-11:</b>	Sazonado de los tratamientos 1 y 2 del snack.....	25
<b>Tabla 3-12:</b>	Empacado y almacenamiento de los tratamientos 1 y 2 del snack. ....	26
<b>Tabla 3-13:</b>	Clasificación del tamaño de la papa de acuerdo con la NTE INEN 1516:1987	34
<b>Tabla 3-14:</b>	Cumplimiento de las papas para consumo humano según la NTE INEN 1516:2012C .....	34
<b>Tabla 3-15:</b>	Datos de los pesos de la materia prima usada a nivel laboratorio. ....	35
<b>Tabla 3-16:</b>	Datos preliminares para el balance de energía en la etapa de cocción .....	40
<b>Tabla 3-17:</b>	Resumen del balance de materia del proceso a nivel laboratorio. ....	43
<b>Tabla 3-18:</b>	Resumen del balance de masa a nivel industrial. ....	47
<b>Tabla 3-19:</b>	Requerimiento de instrumentos y equipos para medición .....	49
<b>Tabla 3-20:</b>	Requerimientos de equipos y maquinaria de producción. ....	49
<b>Tabla 3-21:</b>	Anchos normalizados por el Cema.....	50
<b>Tabla 3-22:</b>	Características del material de la banda seleccionado. ....	52
<b>Tabla 3-23:</b>	Coefficientes de fricción en los rodillos .....	53
<b>Tabla 3-24:</b>	Datos para el dimensionamiento de la rebanadora .....	59
<b>Tabla 3-25:</b>	Datos para el dimensionamiento de la freidora .....	63
<b>Tabla 3-26:</b>	Resultados del dimensionamiento de los equipos .....	67
<b>Tabla 3-27:</b>	Costo de los equipos necesarios para la producción del snack de papa china...	68
<b>Tabla 3-28:</b>	Costos de los instrumentos para determinar la calidad del producto.....	68
<b>Tabla 3-29:</b>	Costos de la materia prima e insumos .....	69
<b>Tabla 3-30:</b>	Presupuesto de la mano de obra .....	69

<b>Tabla 3-31:</b>	Costos de los Servicios Básicos .....	69
<b>Tabla 3-32:</b>	Costo de los análisis de laboratorio .....	69
<b>Tabla 3-33:</b>	Resumen de los gastos generados en la producción del snack. ....	70
<b>Tabla 3-34:</b>	Costos totales producción.....	70
<b>Tabla 3-35:</b>	Ingresos Anuales .....	71
<b>Tabla 3-36:</b>	Ganancias Anuales .....	71
<b>Tabla 3-37:</b>	Cálculo del VAN.....	72
<b>Tabla 3-38:</b>	Cálculo de la Tasa Interna de Retorno .....	72
<b>Tabla 3-39:</b>	Cálculo del período de recuperación .....	73
<b>Tabla 4-1:</b>	Resultados de la composición proximal del tubérculo de papa china .....	74
<b>Tabla 4-2:</b>	Resultados de los requisitos Bromatológicos del snack de papa china .....	74
<b>Tabla 4-3:</b>	Resultados de los requisitos Microbiológicos del snack de papa china.....	75
<b>Tabla 4-4:</b>	Resultados del diseño del proceso .....	75
<b>Tabla 4-5:</b>	Resultados del dimensionamiento de los equipos.....	78

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 3-1:</b>	Localización de la microempresa KIPA ALIMENTOS DEL SOL.....	13
<b>Ilustración 3-2:</b>	Recepción Papa china .....	22
<b>Ilustración 3-3:</b>	Selección de la Papa china.....	22
<b>Ilustración 3-4:</b>	Pelado de la Papa china .....	23
<b>Ilustración 3-5:</b>	Rebanado de la Papa china .....	23
<b>Ilustración 3-6:</b>	Secado Papa china .....	24
<b>Ilustración 3-7:</b>	Chips de Papa china Horneados .....	24
<b>Ilustración 3-8:</b>	Resultado del Conocimiento del Tubérculo.....	27
<b>Ilustración 3-9:</b>	Resultado del consumo de papa china. ....	27
<b>Ilustración 3-10:</b>	Resultados sobre el gusto del tubérculo.....	28
<b>Ilustración 3-11:</b>	Resultado sobre lo novedoso del producto .....	28
<b>Ilustración 3-12:</b>	Resultados sobre el T1 en cuanto al sabor del snack .....	29
<b>Ilustración 3-13:</b>	Resultados del T1 en cuanto al color del snack .....	29
<b>Ilustración 3-14:</b>	. Resultados del T1 en cuanto al olor del snack.....	30
<b>Ilustración 3-15:</b>	Resultados del T1 en cuanto a la textura del snack.....	30
<b>Ilustración 3-16:</b>	Resultados del T1 en cuanto al sabor con orégano .....	31
<b>Ilustración 3-17:</b>	Resultados del T2 sobre el sabor del snack.....	31
<b>Ilustración 3-18:</b>	Resultados del T2 sobre el color del snack .....	32
<b>Ilustración 3-19:</b>	Resultados del tratamiento 2, el Olor del snack.....	32
<b>Ilustración 3-20:</b>	Resultados del tratamiento 2, textura del snack.....	33
<b>Ilustración 3-21:</b>	Resultados sobre el tratamiento 2 con el sabor Orégano. ....	33
<b>Ilustración 3-22:</b>	Balance de energía en la etapa de fritura .....	39
<b>Ilustración 3-23:</b>	Diagrama de flujo del balance de masa a nivel laboratorio .....	42
<b>Ilustración 3-24:</b>	Diagrama de balance de masa a nivel industrial .....	48
<b>Ilustración 4-1:</b>	Diagrama de flujo del proceso general .....	76
<b>Ilustración 3-2:</b>	Layout del proceso de Elaboración del snack de papa china.....	77

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA
- ANEXO B:** PROCESO DE ELABORACION DEL SNACK
- ANEXO C:** PRESENTACION DE LOS SNACKS HORNEADOS DE DIFERENTE GROSOR
- ANEXO D:** PRESENTACION DE LOS SNACKS FRITOS DE DIFERENTE GROSOR

## RESUMEN

En Ecuador, había escasas empresas de alimentos que ofrecían productos distintos a los tradicionales, principalmente localizadas en la Costa del país. En este contexto, la microempresa "KIPA ALIMENTOS DEL SOL S.A", ubicada en Riobamba, mostró interés en innovar ofreciendo alimentos orgánicos, con un enfoque particular en dar valor agregado a tubérculos. El objetivo del proyecto técnico fue diseñar un proceso industrial para producir un snack a base de papa china (Colocasia Esculenta). La metodología empleada combinó enfoques cuantitativos, cualitativos y experimentales. Se exploraron dos métodos de procesamiento (frito y horneado) y tres grosores de chips (2 mm, 2.5 mm y 3 mm), con sabores de ajo en polvo con sal y orégano en polvo. La aceptabilidad del producto fue evaluada mediante análisis de confiabilidad como el alfa de Cronbach y Kudert de Richardson. Además, se dimensionaron los equipos necesarios considerando los recursos disponibles en la microempresa. El diseño del proceso que más aceptación tuvo entre los encuestados fue el de chips de 2 mm de grosor, con sabor a orégano y proceso de cocción frito. Posteriormente, se realizó el Layout de la microempresa, asegurando la instalación adecuada para su funcionamiento. El análisis financiero mostró resultados positivos con un VAN y TIR calculados, concluyendo que el proyecto de inversión era factible con un período de recuperación de dos años y tres meses. Finalmente, se validó el producto según la Norma INEN 2561:2010, cumpliendo con los requisitos bromatológicos y microbiológicos para salir al mercado con los permisos alimentarios necesarios.

**Palabras clave:** <DISEÑO INDUSTRIAL>, <PROCESO (FLUJO)>, <ALIMENTOS (NUTRICIÓN)>, <DIMENSIONAMIENTO EQUIPOS>, <ANÁLISIS FINANCIERO>.



## ABSTRACT

In Ecuador, there were few food companies offering products other than the traditional ones, mainly located on the country's coast. In this context, the microenterprise “KIPA ALIMENTOS DEL SOL S.A.”, located in Riobamba, showed interest in innovating by offering organic food, with a particular focus on adding value to tubers. The objective of the technical project was to design an industrial process to produce a snack based on Chinese potato (*Colocasia Esculenta*). The methodology employed combined quantitative, qualitative and experimental approaches. Two processing methods (frying and baking) and three chip thicknesses (2 mm, 2.5 mm and 3 mm) were explored, with flavors of garlic powder with salt and oregano powder. Product acceptability was evaluated by reliability analyses such as Cronbach's alpha and Richardson's Kudert. In addition, the necessary equipment was sized considering the resources available in the microenterprise. The process design that was most accepted by the respondents was the 2 mm thick chips, with oregano flavor and fried cooking process. Subsequently, the layout of the microenterprise was made, ensuring the proper installation for its operation. The financial analysis showed positive results with a calculated NPV and IRR, concluding that the investment project was feasible with a payback period of two years and three months. Finally, the product was validated according to INEN Standard 2561:2010, complying with the bromatological and microbiological requirements to go to the market with the necessary food permissions.

**Key words:** <INDUSTRIAL DESIGN>, <PROCESS (FLOW)>, <FOOD (NUTRITION)>, <EQUIPMENT SIZING>, <FINANCIAL ANALYSIS>.



Abg. Ana Gabriela Reinoso. Mgs.

Ced: 1103696132



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la industria alimentaria se encuentra en constante evolución, impulsada por la demanda de productos innovadores que satisfagan los gustos cambiantes del consumidor. En este contexto, el desarrollo de procesos industriales y la creación de productos de calidad se vuelven imperativos para las empresas que buscan mantenerse competitivas en el mercado de snacks. Un snack es un bocadillo, un abrebocas, un pequeño aperitivo que se consume entre comidas, para satisfacer el hambre temporalmente.

El presente trabajo técnico establece el diseño de un proceso industrial para la obtención de un snack de papa china, dando un valor agregado a la materia prima que se produce en el Ecuador y ha ido ganando su popularidad en el mercado extranjero. El objetivo principal de este estudio es desarrollar un proceso de elaboración que garantice la producción de chips de papa china, que sea aceptado por el mercado, en este diseño se realizó la encuesta de aceptabilidad al producto en el cual se identificó la preferencia del sabor a orégano.

Para lograr con los objetivos planteados en el proyecto se realizó un extenso análisis desde la selección de la materia prima hasta la caracterización del producto final. Se realizaron pruebas fisicoquímicas de la papa china de acuerdo con la normativa INEN 1516:1987, asegurando la calidad en la selección de las papas, se utilizó la norma INEN 2561:2010 para la validación del producto final, asegurando que se cumplieran los requisitos bromatológicos y microbiológicos establecidos. Así mismo se realizó el dimensionamiento de los equipos necesario para la línea de producción, incluyendo la banda transportadora, la peladora, rebanadora, tanque de lavado y freidora, para garantizar que se cumplan con los flujos calculados y con la producción deseada. Además, se realizó la validación técnico-económica del proceso donde se incluyó el cálculo del Valor Actual Neto (VAN), la Tasa interna de Retorno (TIR) y el periodo de recuperación de la inversión. Los resultados obtenidos indicaron un VAN positivo, una TIR del 34% significativamente mayor a la tasa de interés del 10% y un periodo de recuperación de inversión estimado en 2 años 3 meses. Estos resultados indican la viabilidad del proyecto de inversión para su posterior ejecución.

## CAPÍTULO I

### 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Planteamiento del problema

La papa china (*Colocasia Esculenta*) es un tubérculo que se da en la Amazonia, contiene varias propiedades nutricionales, un alto valor proteico e importante aporte de aminoácidos esenciales. Por cada 100 gramos de papa china contiene 4,62 g de grasa; 55,4 g de carbohidratos; 2,9 g de proteína y 35,28 g de fibra (Pacheco, 2021, pág. 11). Este tubérculo es cultivado de forma comercial en la amazonia, en la provincia de Pastaza desde el 2011, no es muy conocido dentro del mercado ecuatoriano (Escobar et al. 2014, pág. 19)

En Ecuador, hay escasas compañías de alimentos que ofrecen productos distintos a los tradicionales y que añaden valor, localizadas en áreas específicas como Manabí, Bolívar y Pastaza, las cuales se dedican a la fabricación de hojuelas a partir de papa china. Además, los residuos de este proceso se emplean en la alimentación animal, siendo utilizados para cerdos, lechones, pollos de engorde, ya sea cocinado directamente el tubérculo o como suplemento nutricional (Pacheco, 2021, pág. 11).

La población ecuatoriana solo consume la papa china de forma directa, sin darle un valor agregado para una posible comercialización, es por ello que se busca ampliar el mercado generando un valor agregado a este tubérculo, en el presente trabajo se centra en el diseño de un proceso industrial para la elaboración de un snack a base de papa china que, a pesar de su potencial nutritivo existe una limitada oferta de snacks en el mercado industrial, para ello se plantea la siguiente investigación, buscando ampliar el mercado de los snacks, ofreciendo una alternativa saludable y a su vez fortaleciendo la economía de los productores.

#### 1.2. Justificación

Basándonos que la papa china es un tubérculo que se da en la región Amazónica del país, para introducirlo en el mercado y reemplazar el tubérculo tradicional que se da en la Sierra como es la papa, se propone, mediante el diseño del proceso industrial para la elaboración de un snack de papa china siendo un producto ya transformado, ésta pueda adquirir un valor agregado permitiendo su comercialización tanto en el mercado regional y el mercado nacional, logrando así una mayor aceptación de la población que desconoce de este tubérculo.

En algunas regiones, se observa un mayor consumo de este tipo de alimentos, los snacks, por ejemplo, en América Central con un 32,3%, América del Norte con un 19,9%, y la Unión Europea con un 9,9%. Además, se está experimentando un aumento en la preferencia por consumir frutas y por porciones individuales. Aproximadamente el 70% de los "snacks" que se consumen son considerados saludables, y la decisión de elección se basa principalmente en el sabor y la salud; los consumidores muestran una clara preferencia por no renunciar a ninguno de estos atributos (Pacheco 2021, pág. 17). En América del Sur se proyecta un crecimiento anual del mercado en un 9.34% (Mordor Intelligence 2023, pág. 2).

El desarrollo de un snack a base de papa china mediante diseño industrial se justifica por su potencial para diversificar la oferta de productos, su valor nutricional y su capacidad para fusionar tradición e innovación culinaria. Este proyecto no solo busca satisfacer las necesidades del mercado actual, sino también abrir nuevas oportunidades en la industria alimentaria, promoviendo la creatividad y la excelencia en el diseño de productos.

### **1.3. Objetivos**

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

- Diseñar el proceso industrial para la obtención de un snack a base de papa china (*Colocasia Esculenta*)

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

- Realizar la caracterización fisicoquímica de la materia prima de acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1516: 1987 Primera versión – Hortalizas frescas, papas, requisitos.
- Determinar las variables de diseño para el dimensionamiento del proceso industrial de elaboración de snacks de papa china.
- Aplicar cálculos ingenieriles para el dimensionamiento del diseño propuesto.
- Realizar la validación técnica y económica del proyecto mediante la caracterización fisicoquímica y microbiológica del producto con base a la norma NTE INEN 2561- 2010.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. *Elaboración de snacks de papa aplicando fritura al vacío.*

Gómez (2014, pág. 14) realizó la obtención de unos chips de papa china aplicando la tecnología de fritura al vacío, mediante la caracterización física, las rodajas de papa fueron cortadas con un espesor de 2 mm, sometiéndolas a un pretratamiento de escaldado por 3 min. Los intervalos de temperatura que se aplicaron en la fritura al vacío fueron de 110 a 120 °C con un tiempo de 10-14 minutos y con una presión de 5,23 kPa, determinando la humedad en las rodajas, la grasa y la textura, usando el método de superficie de respuesta para evaluar los resultados y poder optimizar el proceso para encontrar un óptimo porcentaje de grasa para los chips de papa china. los resultados obtenidos fueron que la temperatura óptima para cumplir con dicho parámetro fue de 114,7 °C y un tiempo de 14,8 minutos de fritura al vacío, obteniendo un porcentaje de grasa de 10,65%. Se realizaron pruebas de aceptabilidad sensorial obteniendo resultados aceptables por el consumidor, concluyendo que la tecnología de fritura al vacío es adecuada para el procesamiento de productos con excelentes características organolépticas, nutricionales y sensoriales

Hernández, (2014, pág. 12) en su tema “Evaluación tecnológica de snacks de papa (*Solanum Tuberosum L.*) obtenidos mediante la aplicación combinada de ingeniería de matrices y fritura al vacío” de la variedad Diacol capiro con cualidades sensoriales de alta calidad equiparándose a las frituras convencionales, además de reducir la cantidad final de grasa en las muestras fritas. Esta variedad de papa se mostró adecuada para el pretratamiento por impregnación al vacío, logrando valores positivos de  $X$  ( $2.71 \pm 0.67$ ) y  $\varepsilon$  ( $8.31 \pm 1.2$ ) %, indicando la capacidad de incorporar componentes específicos que ayudan a inhibir el pardeamiento de la papa fresca. Al almacenarla al vacío a 4°C durante 15 días, estos componentes demostraron ser efectivos. En la optimización del proceso de fritura al vacío reveló diferencias significativas en varias variables de respuesta (humedad, actividad de agua, contenido graso, índice de peróxidos, color y textura). Se observó que numerosos parámetros del proceso interfieren, incluyendo la presión de vacío,  $\Delta T$  (diferencia de temperatura entre el aceite y la temperatura de ebullición del agua) y el tiempo. Las condiciones óptimas determinadas fueron:  $\Delta T = 61.3^\circ\text{C}$ , presión de vacío = 64.4kPa y tiempo de fritura = 4 minutos. Estos valores mostraron resultados experimentales adecuados para las variables de respuesta: humedad =  $4.97 \pm 1.5$  %,  $a_w = 0.471 \pm 0.001$ , contenido de grasa =  $24.1 \pm 2.4$  %,  $IP = 3.6 \pm 0.04$  meq O<sub>2</sub>/kg, fuerza de ruptura =  $3.5 \pm 0.4$  N,  $L^* = 54.1 \pm 28$ ,  $a^* = -1.9 \pm 0.7$  y  $b^* =$

47.8± 0.2.

### **2.1.2. *Elaboración de snack de papa china aplicando fritura convencional***

Morquecho (2017, pág. 2) realizó un el análisis financiero sobre la creación de una empresa dedicada a la elaboración de un snack de papa china en el oriente ecuatoriano, mediante un estudio de mercado conoció la demanda existente sobre el producto en la presentación de 50 gr, dicha empresa denominada LA FORTUNA Cia.Ltda, arrojó resultados positivos en cuanto al proyecto, considerando factible su creación desde el punto de vista técnico, legal, financiero y económico. En cuanto al proceso para su futura optimización se tomaron los tiempos en cada una de las fases, debido a que no es una empresa automatizada.

Romero, (2018, pág. 17) hizo una comparación nutricional entre snacks de malanga (*Xanthosoma saggitifolium*) y papa china (*Colocasia Esculenta*) frente a un tubérculo tradicional como la papa, esto mediante fritura convencional realizando 10 ciclos sucesivos de fritura, para este proceso se utilizó 100g de materia prima para cada ciclo y 1500 ml de aceite para el proceso de fritura, la papa fue cortada con un espesor de 1 a 2mm friéndolas a una temperatura de 175°C por 2 minutos, los resultados obtenidos del análisis nutricional revelaron variaciones entre los snacks, evidenciando que la malanga aporta un 8% de carbohidratos, un 17% de grasas totales, un 3% de fibra y un 5% de proteína. Por su parte, la papa china contiene un 7% de carbohidratos, un 17% de grasas totales, un 3% de fibra y un 3% de proteína. Mientrasque la papa presenta un 6% de carbohidratos, un 19% de grasas totales y un 3% de proteína. Estos resultados indican un equilibrio en los nutrientes, resaltando el alto contenido proteico de la malanga en comparación con los otros snacks, siendo altamente digestiva, los resultados también indican que la papa china contiene fibra y es menor la cantidad de grasas totales en comparación con la papa tradicional que no contiene fibra y tiene un porcentaje mayor de grasastotales. En cuanto al proceso de fritura se obtuvieron los siguientes resultados, las transformaciones químicas están directamente vinculadas con el proceso de fritura, donde se produce ganancia y perdida de nutrientes debido a la interacción entre el aceite y los tubérculos. Los análisis estadísticos demostraron que los cuatro métodos empleados (densidad, índice de refracción, índice de acidez e índice de peróxidos) no tuvieron un impacto en la calidad del aceite. Esto se debe a que las temperaturas usadas en los 10 ciclos de fritura de la malanga, la papa china y la papa (control) fueron inferiores a 180°C y con tiempos de fritura menores 3 minutos, lo que no afecto de manera significativa la calidad del aceite. Además, la presencia de antioxidantes en el aceite vegetal cumplió con los estándares establecidos por la Norma INEN Ecuatoriana 0034.

### **2.1.3. *Elaboración de snack a base de tubérculos mediante el horneado.***

Pazos (2017, pág. 13) En su tema de investigación titulada: “Desarrollo de un prototipo de snack crocante salado con tres tubérculos Andinos”, realizaron el proceso de obtención del snack de los diferentes tubérculos aplicando dos tipos de cortes, chips y cubos y dos tipos de procesos, fritura y horneado, aplicando 4 tratamientos en los dos procesos, la materia prima tuvo un pretratamiento, en el cual se aplicó una solución antioxidante (1,5% ácido cítrico y 0.01% de metabisulfito de sodio) luego se procedió al secado, fritura y horneado del tubérculo. Los resultados de esta investigación fueron según el tipo de corte y el tipo de proceso, en cuanto a la textura se vio afectada por el tipo de corte, mas no por el tipo de proceso, los snacks que tuvieron la forma en cubos resultaron más fuertes que los snacks en forma de chips, en cuanto al color los snacks en forma de cubo resultaron más claros que los snacks en forma de chips, en el proceso de fritura el snack de chip tomo un color verde y el snack cortado en forma de chips horneado presento un color neutro. Concluyendo con la investigación mediante datos estadísticos de los diferentes procesos y tipos de corte, se definió que el proceso de horneado en forma de chips es el más acertado para la elaboración de un snack crocante con un color amarillo pálido, horneando a 160°C por 10 minutos.

## **2.2. Referencias teóricas**

### **2.2.1. *Papa china***

Es un tubérculo alimenticio cuyo nombre científico es “Colocasia Esculenta”, conocida con distintos nombres de acuerdo a cada país, es llamado comúnmente Malanga en México, Puerto Rico, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Guinea Ecuatorial y en Europa: en España, como Ocumo, chino en Venezuela, Pituca en Perú y Papa China en Colombia y Ecuador su cultivo se produce en clima tropical y subtropical (Morquecho, 2017, pág. 8) , en temperaturas entre 25 y 30°C aptas para su desarrollo, crecen en suelos con pH entre 4,5 y 6, pueden llegar a medir hasta 2 metros de altura, algunas variedades se les cultiva bajo inundación y en suelos drenados, contiene una cantidad significativa de fibra dietética y almidón (Gómez, 2014, pág. 3).

### 2.2.2. Características para el cultivo de la papa china

**Tabla 2-1:** Características de cultivo de la papa china

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Clima y suelo	El trayecto de su cultivo va desde los climas tropicales hasta la frontera de climas templados, esta planta requiere de altas precipitaciones que vandesde 1800 a 2500 metros sobre el suelo. Existen variaciones que crecen bajo un flujo constante de agua mientras que otras variaciones crecen mediante el abastecimiento por riego (Castro, 2022, pág. 7) Las condiciones óptimas de suelo son las que poseen riqueza de materia orgánica (Pineda, 2021, pág. 15)
Temperatura	De acuerdo con los climas donde se puede dar la producción de la papa china, la especie se puede desarrollar y producir buena rentabilidad es desde 12°C hasta 30°C (Castro, 2022, pág. 8)
Luminosidad	<i>Colocasia Esculenta</i> es una especie heliófila, por lo tanto, necesita de un promedio de 12 horas de luz de día para su desarrollo (Pineda, 2021, pág. 15)
Altitud	Para un buen desarrollo de cultivo la altitud adecuada es de 200 a 2300 metros, aunque la mayoría con una altitud de 200 a 1000 metros también crecen (Castro, 2022, pág. 8)
Precipitaciones	Son plantas que necesitan una precipitación anual de 1000 a 1600 mm, ya que requiere suficiente humedad (Castro, 2022, pág. 8)

Realizado por: Lozano L. (2024).

### 2.2.3. Clasificación Taxonómica de la *C. Esculenta*

La *Colocasia Esculenta* es una planta herbácea que puede llegar a medir de altura de 1 a 3 metros, se desarrolla por debajo de la tierra, cormos laterales salen de un cormo principal, las hojas de esta planta pueden ser de color púrpura y verde, su forma asemeja a la forma de un corazón, el cual la punta de éste está en dirección al suelo (Moreta, 2023, pág. 3)

**Tabla 2-2:** Clasificación Taxonómica de la Materia Prima

<b>REINO</b>	Plantae
<b>DIVISIÓN</b>	Magnoliophyta
<b>CLASE</b>	Liliopsida
<b>ORDEN</b>	Alismatales
<b>FAMILIA</b>	Aráceas
<b>GÉNERO</b>	<i>Colocasia</i>
<b>ESPECIE</b>	<i>Esculenta</i>
<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<i>Colocasia Esculenta</i> (L.) Schott.
<b>NOMBRE VULGAR</b>	Taro, papa china, cará, ñampí

Fuente: (Pineda, 2021)

Realizado por: Lozano L. (2024)

### 2.2.4. Composición química y nutricional de la papa china.

Según Pacheco, (2021, pág. 25) la papa china posee 77% almidón, pentosa 2,6%, dextrina y azúcares

reductores 0.5% y sacarosa 0.1%, proteína cruda, vitaminas (Tiamina, riboflavina y niacina) y minerales (calcio, fósforo y hierro). A continuación, en la tabla 2-2 se presenta la composición química y nutricional de la papa china en una porción comestible de 100g.

**Tabla 2-3:** Composición Química y Nutricional de la papa china.

<b>COMPOSICIÓN DE PAPA CHINA %</b>	
Humedad	71.9
Proteína	2.5
Almidón	24.5
Azúcar	0.5
Fibra	1.85
Grasa	0.3
Carbohidratos	23.8
Energía (kJ.100 g-1)	480
<b>Minerales (mg.100 g-1)</b>	
Mg	21.0
Ca	22.0
P	44.0
K	448.0
Na	1.8
Cu	0.11
Zn	2.3
Fe	0.43
<b>Vitaminas (mg-meq)</b>	
Vitamina A	5.0
Tiamina	0.08
Riboflavina	0.03
Niacina	0.6
Ácido ascórbico	6.0

Fuente: (Pacheco Batallas, 2021)

Realizado por: Lozano L. (2024)

### 2.2.5. Tipos de papa china.

En la provincia de Morona Santiago, la papa china se cultiva de dos maneras distintas: una mediante aporcado y la otra sin emplear esta técnica. Este método de cultivo impacta en la cantidad producida. Es decir, cuando se aplica el aporcado, el 67% de las cosechas se destinan a la exportación, el 31% se reserva para semillas y el 2.08% se destina al alimento de animales. En contraste, cuando no se emplea el aporcado, el 47% de la producción se exporta, el 40.34% se utiliza para semillas y el 12.52% se destina al consumo de animales (Espinoza, 2019, pág. 4). A continuación, se citarán las distintas variedades de la Colocasia Esculenta según (Morquecho Saldaña, 2017, p. 9)

- **Camerún 14:** un clon originario de la República de Camerún que presenta pseudotallos, peciolos y hojas de tonalidad verde. En el punto de unión entre el limbo y el pecíolo, hay una leve tonalidad violácea, mientras que las venas se muestran en verde tanto en el haz como



en el envés de las hojas. Los cormos tienen entrenudos cortos y yemas de tonalidad rosada, con cormelos insertados en la parte inferior del cormo, los cuales también presentan yemas de color rosado. Este clon tiene un ciclo de cosecha que oscila entre los 10 y 13 meses.

- **MC-2:** Las hojas muestran un color verde en su haz y tonos glaucos en el envés, con una tonalidad ligeramente violácea en el punto de unión entre el limbo y el pecíolo en el envés. Tanto los pecíolos como los pseudotallos presentan tonos verdes y violáceos. Los cormos y cormelos tienen entrenudos de tamaño medio con yemas de color rosado, con una forma cónica que se estrecha un poco hacia la base. La pulpa de los cormos y cormelos es blanca, con leves matices rosáceos cerca del borde. Este tipo de planta tiene un ciclo de cosecha que varía entre 9 y 13 meses.
- **Rosada Habana:** presenta hojas con un color verde en el haz y un matiz glauco en el envés, con una unión entre el limbo y el pecíolo que tiene un ligero tono violáceo en el envés. Tanto el pecíolo como los pseudotallos son mayormente verdes, pero con algunos matices violáceos, más notorios hacia la base. Los cormos y cormelos tienen entrenudos cortos y presentan yemas de tonalidad rosada, con una forma cónica alargada que se estrecha un poco hacia la base. La pulpa de los cormos y cormelos es blanca con ciertos matices rosáceos, y el borde superior de estos tiene un tono rosado intenso, acompañado de yemas también rosadas. El ciclo de cosecha de esta planta varía entre 9 y 12 meses.

#### **2.2.6. *La producción de la papa china en Ecuador***

El rendimiento del cultivo de papa china en Ecuador se sitúa entre 12 y 18 toneladas métricas por hectárea. Se divide en tres categorías basadas en el peso de los tubérculos: calidad Premium, de 150 a 300 gramos; segunda calidad, de 100 a 150 gramos; y la categoría de rechazo, de aquellos que no tienen forma ovoide característica o tienen un peso inferior (Hidalgo, 2020, pág. 9)

#### **2.2.7. *Snacks en el Ecuador***

Según Suárez, (2021) en la revista Gestión Digital, en un estudio que fue realizado por Dichter & Neira, consultora de mercado latinoamericana, reveló la preferencia de los ecuatorianos en el momento de compra en las tiendas de barrio, realizado mediante la tecnología de scanner de barra de los alimentos, destacando como el segundo producto que más resalta en ventas, son los snacks, que generalmente compran como acompañado del producto líder en ventas, la gaseosa.

La demanda en snacks saludables está en aumento según cifras de enero de 2022, la preferencia por snacks saludables va en crecimiento cada año, en el año de enero 2021 la ventas de snacks

fueron de 25,31 millones de dólares, a diferencia de enero del 2022 las ventas fueron de 34,75 millones de dólares, este crecimiento preferencial por los snacks saludables es confirmada por el Presidente ejecutivo de Nestlé Ecuador, “*Los hábitos de consumo han cambiado, un 96% de personas está preocupado por su alimentación con respecto a su salud*” (Zambrano, 2022).

### **2.2.8. *Proceso de Fritura en snacks***

La operación unitaria de fritura por inmersión en aceite, también conocida como "Deep fat frying" o "inmersión frying" en inglés, se utiliza extensamente tanto a nivel doméstico como comercial. se utiliza para cocinar los alimentos y para darles sabores y texturas característicos. Cuando un trozo de alimento entra en contacto con aceite caliente, se produce una rápida transferencia de calor. Esto genera la formación de burbujas de vapor de agua que escapan de la superficie debido a las altas temperaturas del aceite o la grasa utilizada en el proceso (Valdiviezo, 2014, pág. 21). Las temperaturas en el proceso de fritura varían entre 160 y 200°C, en los tubérculos, la cocción mediante este proceso sella el alimento debido a la gelatinización del almidón, lo cual provoca la ablandación de los tejidos y una parcial inactivación de las enzimas, así los sabores se conservan en su parte interna y en la parte externa del tubérculo está cubierta por una capa que se forma por la pérdida de humedad durante el proceso (Ochoa, 2020, pág. 13). Estas particularidades convierten a los alimentos fritos en una delicia culinaria, a pesar de lo que comúnmente se piensa, ya que presentan un moderado aumento en el contenido de grasa (entre 8 y 10%) y una buena capacidad de digestión (Victores, 2016, pág. 18).

#### **2.2.8.1. *Parámetros que influyen en el proceso de fritura***

Según Ríos, (2021, pág. 8) estos son los siguientes parámetros que influyen en el proceso de fritura:

##### **- *Temperatura***

El producto se sumerge cuando el aceite haya alcanzado temperaturas muy altas, incluso superiores a la temperatura de ebullición del agua, desencadenando un proceso de transferencia de calor y masa, simultáneamente (Bravo et al. 2005, pág. 2). Las elevadas temperaturas aceleran tanto la cocción de los alimentos como la degradación del aceite. En contraste, las temperaturas más bajas afectan el tono del alimento frito, haciéndolo más claro, pero incrementan la cantidad de aceite absorbido y ralentizan el proceso (Ríos, 2021, pág. 8). La temperatura suele ser de entre 150 y 190°C, favoreciendo una mayor deshidratación, por lo tanto, menor tiempo de proceso (Lucas A et al. 2011, pág. 300).

*- Relación producto: aceite*

En el método de fritura profunda o inmersión en abundante grasa, el alimento se sumerge por completo en aceite caliente, utilizando una proporción entre el producto y el aceite que varía típicamente entre 1 parte de producto por cada 6 a 10 partes de aceite (Ríos, 2021, pág. 8).

*- Preparación del alimento inicial*

La forma en que se prepara el alimento, su tamaño y la cantidad de agua que contiene tienen un impacto directo en el proceso de fritura. Las piezas más gruesas necesitan una temperatura de fritura más baja para que el calor llegue al centro sin dañar la superficie del alimento. El contenido de agua está estrechamente vinculado a la absorción de aceite: a mayor contenido de agua, mayor será la absorción de aceite durante el proceso de fritura (Ríos, 2021, pág. 9).

**2.2.9. *Proceso de horneado en snacks***

La técnica de horneado implica cocinar alimentos utilizando calor que se transfiere a través del aire, ya sea por convección, conducción o radiación. La efectividad de cada uno de estos métodos varía según el tipo de horno utilizado y el diseño del producto a cocinar (Cablevey, 2023, pág. 12).

**2.2.10. *Operaciones Unitarias del proceso***

Se describen las diferentes operaciones que se hicieron durante el proceso desde el inicio hasta la obtención del producto. En este proceso de elaboración del snack a base de papa china se realizaron las siguientes operaciones unitarias.

**a) Pelado**

Es la primera operación unitaria que se realiza después de la selección de la materia prima. Esta operación consiste en eliminar la piel de la papa china para proceder con su elaboración y consumo. El pelado es de gran importancia en el proceso, juntamente con el lavado se eliminan impurezas de la materia prima para su posterior procesamiento.

**b) Lavado**

El lavado es la operación en la que se limpia la materia prima liberando diversas sustancias contaminantes, se realiza para liberar la tierra de las papas que aún no son peladas y posterior al

pelado se realiza nuevamente el lavado con abundante agua. Luego del cortado también se realiza esta operación para eliminar impurezas de las rodajas de papa china.

#### **c) Cortado**

Esta operación se realiza luego del lavado y pelado de la materia prima. Se realiza el cortado o rebanado con una rebanadora, el grosor ideal para el snack. Esta operación consiste en cortar la materia prima en rebanados planos tipo chips para obtener tamaños del mismo espesor.

#### **d) Secado**

El secado es una operación unitaria que consiste en la eliminación de la mayor parte del agua de los alimentos, esto se realiza mediante la aplicación de vapor. El secado se realizó en el secador de bandejas por un periodo de 4 a 5 horas hasta obtener una humedad adecuada. El secado se realiza para obtener un producto crocante luego de la cocción.

#### **e) Fritura**

Esta operación unitaria involucra transferencia de calor y masa, es adecuada para la preparación de snacks de textura y sabor únicos. Consiste en la inmersión del alimento en aceite comestible calentado a una temperatura por encima del punto de ebullición del agua, se puede considerar como un proceso de cocción y secado. La temperatura del aceite en esta etapa fue de 185°C por un tiempo de 3 min.

#### **f) Mezclado**

El mezclado es una de las operaciones más usadas en el diseño de procesos, consiste en combinar u homogenizar dos o más sustancias para obtener un subproducto o un producto terminado. Se adicionan los condimentos en polvo según la formulación obtenida a los chips cuando aún están calientes para que se adhieran al producto.

#### **g) Empacado**

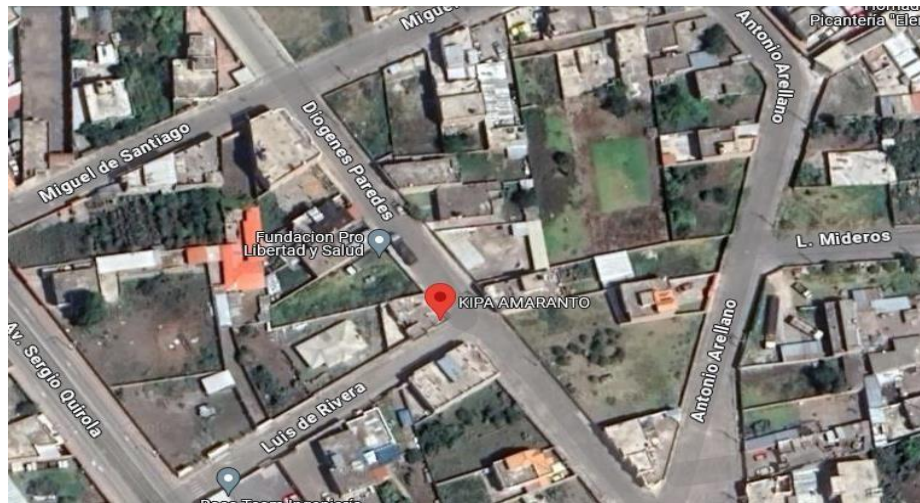
El producto obtenido se empaca al vacío para garantizar la entrega segura del producto final. Se realiza colocando en fundas adecuadas en una selladora al vacío y se aplica presión por un tiempo corto de 2-3s.

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Localización del proyecto

La microempresa KIPA ALIMENTOS DEL SOL, se encuentra ubicada en la ciudad de Riobamba, en la parroquia Lizarzaburo perteneciente al cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador.



**Ilustración 3-1:** Localización de la microempresa KIPA ALIMENTOS DEL SOL

Realizado por: Lozano L. (2024)

**Tabla 3-1:** Coordenadas geográficas

<b>PROVINCIA</b>	Chimborazo
<b>CANTÓN</b>	Riobamba
<b>PARROQUIA</b>	Lizarzaburo
<b>COORDENADAS</b>	1°38'55.5" S 78°40'21.9"

Fuente: Google Maps, 2024

Realizado por: Lozano L. (2024)

#### 3.2. Ingeniería del proyecto

##### 3.2.1. Tipo de estudio

El presente proyecto, Diseño de un proceso industrial para la obtención de un snack a base de papa china, es de tipo técnico, debido a que realiza cálculos sobre las transformaciones de la materia prima, la cual pasa por una serie de procesos y operaciones unitarias, para la obtención del producto final.

### 3.2.2. Métodos y técnicas

El proyecto se basó en los enfoques Deductivo, Inductivo y Experimental, con el objetivo principal de analizar los datos obtenidos en el proceso, las diferentes operaciones en cada fase del desarrollo del proyecto, y establecer las condiciones favorables para el diseño. Al seguir las pautas de estas metodologías en cada fase, se asegura la consecución ordenada y científica de los objetivos establecidos.

#### 3.2.2.1. Métodos

- **Inductivo:** para el desarrollo de este proyecto se realizó con simple facilidad la búsqueda de información en estudios avalados, se realizaron los análisis fisicoquímicos para determinar la calidad del producto (snack) y de la materia prima (papa china). Mediante cálculos se obtuvo las condiciones de diseño y se determinó las variables del proceso.
- **Deductivo:** este enfoque metodológico requiere una comprensión inicial de los procedimientos industriales aplicados en la elaboración de snacks, basándonos en pruebas y ensayos a nivel laboratorio que nos permitan determinar las propiedades nutricionales, incluyendo aspectos como proteínas, humedad y otros componentes.
- **Experimental:** este método se fundamenta en el empleo de equipos e instrumentos, para obtener el producto deseado, cumpliendo con la normativa NTE INEN 2561:2010, bocaditos elaborados a partir de cereales, leguminosas, tubérculos o raíces tuberosas, semilla, frutas horneados o fritos listos para consumo.

#### 3.2.2.2. Técnicas

✓ *Técnicas para caracterización de la materia prima.*

**Tabla 3-2:** Determinación de las características sensoriales de la papa china.

DESCRIPCIÓN	TÉCNICA	PROCEDIMIENTO	CÁLCULOS
La presente norma establece los requisitos mínimos generales que deben cumplir las variedades de papas, para consumo humano.	NTE-INEN 1516:1987	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se realiza una revisión sensorial de la apariencia del tubérculo.</li><li>- Realizar el pesaje en una balanza analítica.</li><li>- Medir el diámetro de la papa china a lo largo.</li><li>- Medir a lo ancho la distancia entre la parte más ancha del tubérculo.</li></ul>	Medición Directa.

Fuente: NTE INEN 1516:1987

Realizado por: Lozano, L. (2024)

**Tabla 3-3:** Técnica para determinar % Humedad.

MATERIALES	PROCEDIMIENTO	CÁLCULO
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Termobalanza</li> <li>- Muestra 3-5 gramos</li> </ul>	Pesar de 3 a 5 gramos de muestra. Pesar en la termobalanza la muestra.	Medición directa

Fuente: Official Methods of Analysis. A.O.A.C. 15th Edition, USA (1990).

Realizado por: Lozano L. (2024)

**Tabla 3-4:** Técnica para determinar el % Grasa Cruda.

MATERIALES Y REACTIVOS	CÁLCULO
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema extractor soxhlet.</li> <li>- Balanza analítica</li> <li>- Papel filtro o dedal de celulosa.</li> <li>- Baño termorregulado</li> <li>- Estufa</li> <li>- Tamiz malla 1mm</li> <li>- Rotavapor</li> <li>- Éter etílico P.E.40-60°C</li> </ul>	$\% \text{grasa cruda} = \frac{(m_2 - m_1)}{m} \cdot 100$ <p>Donde:</p> <p><math>m</math> = Peso de la muestra  <math>m_1</math> =Peso matraz solo  <math>m_2</math> =Peso matraz con grasa</p>
<p><b>PROCEDIMIENTO</b></p> <p>Preparación de la muestra            En muestras con demasiada humedad homogenizar y secar en estufa de aire, considerando le tipo de muestra.            Moler y pasar por el tamiz de 1mm            Pesar de 2 a 5 g de muestra preparada en el dedal o papel filtro, previamente cerrado y pesado con algodón desgrasado. Registrar como m            Secar el matraz del equipo de extracción por 30 min a 103±2°C Pesar el matraz de extracción y registrar como m1            Poner el matraz en el sistema soxhlet y el dedal en el tubo de extracción y adicionar el solvente almatraz.            Extraer la muestra con el solvente por 6 a 8 horas a una velocidad de condensación de 3-6 gotas porsegundo.            Terminado la extracción para recuperar el solvente por destilación en rotavapor, hasta que no se detecteéter.            Secar el matraz que contiene grasa en la estufa por 10 min, usar el desecador para enfriar y luego pesar y registrar como m2.</p>	

Fuente: Official Methods of Analysis. A.O.A.C. 15th Edition, USA (1990).

Realizado por: Lozano L. (2024)

**Tabla 3-5:** Técnica para determinar el contenido de cenizas.

Materiales y Reactivos	Cálculo
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Balanza analítica sensibilidad 0.1mg.</li> <li>▪ Crisol de porcelana inalterable a las condiciones del ensayo.</li> <li>▪ Mufla con control de temperatura.</li> <li>▪ Quemador de gas.</li> <li>▪ Desecador con agente deshidratante apropiado.</li> </ul>	$\% \text{ceniza} = \frac{c_3 - c_1}{c_2 - c_1} \cdot 100$ <p><math>c_1</math> = Masa del crisol vacío en gramos.  <math>c_2</math> = Masa del crisol con la muestra en gramos.  <math>c_3</math> = Masa del crisol con las cenizas en gramos.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Procedimiento</b></li> <li>▪ Pesar de 3 a 5 g. de muestra dentro del crisol previamente secado a una temperatura de 55°C por dos horas, enfriado y tarado.</li> <li>▪ Quemar la muestra de crisol a moderada llama hasta que la muestra de ensayo deje de hincharse, indicando que se ha reducido a carbón.</li> <li>▪ El crisol con la materia carbonizada llevar a la mufla para su incineración a una temperatura de 550°C, hasta obtener cenizas de un color blanco grisáceo y una masa constante.</li> </ul> <p>Enfriar la muestra en un desecador hasta llegar a la temperatura ambiente y, de inmediato pesar.</p>
---

Fuente: Official Methods of Analysis. A.O.A.C. 15th Edition, USA (1990).

Realizado por: Lozano L. (2024)

**Tabla 3-6:** Técnica para determinar el contenido de fibra cruda.

<b>Materiales y Reactivos</b>	<b>Cálculo</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aparato de calentamiento a reflujo.</li> <li>▪ Balanza analítica con sensibilidad 0.1 mg.</li> <li>▪ Crisoles de porcelana o de sílice.</li> <li>▪ Desecador</li> <li>▪ Bomba de vacío</li> <li>▪ Embudo Büchner</li> <li>▪ Estufa a 103± 2°C</li> <li>▪ Tamiz de malla 1mm</li> <li>▪ Placa calefactora</li> <li>▪ Material usual de laboratorio.</li> <li>▪ Solución de ácido sulfúrico 0.255N</li> <li>▪ Solución de hidróxido de sodio 0.313N</li> <li>▪ Fibra cerámica</li> <li>▪ Silicona</li> <li>▪ Antiespumante</li> <li>▪ Etanol al 95%</li> <li>▪ Éter de petróleo, P.E 40-60°C</li> </ul>	$C = \frac{(P_i - P_b)}{P_m}$ <p> <i>P<sub>i</sub></i>            = Pérdida de peso en la incineración  <i>P<sub>b</sub></i> = Pérdida de peso del  <i>P<sub>m</sub></i> = Peso de la muestra         </p> <p> <i>%H</i>            = Porcentaje humedad muestra crud         </p> $\% \text{Fibra cruda (base húmeda)} = C \cdot \frac{100 - \%H}{100}$
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Procedimiento</b></li> <li>▪ Realizar el análisis en duplicado.</li> <li>▪ Pesar a 0.1mg alrededor de 2g de muestra preparada transferir en el matraz del aparato decalentamiento a reflujo</li> <li>▪ Agregar 1.5 a 2 g de fibra de cerámica preparada</li> <li>▪ Agregar 200 ml de H2SO4 0.255 N, hirviendo, gotas de antiespumante y perlas de vidrio.</li> <li>▪ Conectar el aparato de calentamiento a reflujo y hervir exactamente durante 30 minutos, rotando el matraz periódicamente.</li> <li>▪ Desmontar el equipo y filtrar a través del embudo Büchner tipo California o sus alternativas.</li> <li>▪ Lavar con 50 a 75 ml de agua hirviendo, repetir el lavado con 3 porciones de 50 ml de aguao hasta que cese la reacción ácida.</li> <li>▪ Retornar el residuo al aparato de calentamiento a reflujo y hervir exactamente durante 30 minutos, rotando el matraz periódicamente.</li> <li>▪ Lavar con 25 ml de H 2 SO 4 0.255 N, hirviendo, con 3 porciones de 50ml de aguahirviendo y con 25 ml de etanol al 95%.</li> <li>▪ Remover el residuo y transferir al crisol.</li> <li>▪ Secar en estufa a 130 + 2 °C por 2 horas, enfriar en desecador y pesar.</li> <li>▪ Incinerar 30 minutos a 600 + 15 °C, enfriar en desecador y pesar.</li> <li>▪ Determinar un blanco en las mismas condiciones que la muestra.</li> </ul>	

Fuente: Official Methods of Analysis. A.O.A.C. 15th Edition, USA (1990).

Realizado por: Lozano L. (2024)



**Tabla 3-7:** Técnica para determinar el contenido de Proteína cruda.

<b>Materiales y Reactivos</b>	<b>Cálculo</b>
Balanza analítica sensibilidad 0.1 mg. Equipo de Kjeldahl Manto calefactor pH metro Material usual de laboratorio Ácido sulfúrico concentrado p.a Sulfato de potasio o sulfato de sodio p.a Sulfato cúprico p.a Solución de hidróxido de sodio al 15% Solución de ácido sulfúrico 0.1N Solución hidróxido de sodio al 30% Solución indicadora de rojo de metilo al 1% en etanol. Solución hidróxido de sodio al 0.1N Ácido bórico al 3% Indicador de Tashiro: rojo de metilo al 0.1% Azul de metilo al 0.1% en relación 2:1 en alcohol etílico Solución de ácido clorhídrico 0.1N	$\%N = \frac{14 * N * V * 100}{m * 1000}$ $\%Proteína = \frac{14 * N * V * 100 * factor}{m * 1000}$ Donde: <i>V</i> : gasto <i>m</i> : masa de la muestra en gramos % <i>P</i> = Porcentaje de Proteína
<b>Procedimiento</b> Realizar la muestra en duplicado Efectuar el ensayo en blanco usando sacarosa Pesar alrededor de 1 g de muestra homogeneizada Agregar 3 perlas de vidrio, 10 g de sulfato de potasio o sulfato de sodio, 0.5 g de sulfato cúprico y 20 ml de ácido sulfúrico conc. Conectar el matraz a la trampa de absorción que contiene 250 ml de hidróxido de sodio al 15% Calentar en manta calefactora y una vez que la solución este transparente dejar en ebullición de 15 a 20 min más	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Enfriar y agregar 200 ml de agua</li> <li>▪ Conectar el matraz al aparato de destilación, agregar lentamente 100ml de NaOH al 30% por el embudo y cerrar la llave</li> <li>▪ Destilar no menos de 150 ml en un matraz que lleve sumergido el extremo del refrigerante otubo colector</li> <li>▪ Cada cierto tiempo es necesario verificar la hermeticidad del equipo de destilación</li> <li>▪ Verificar la recuperación</li> </ul>	

**Fuente:** Official Methods of Analysis. A.O.A.C. 15th Edition, USA (1990).

**Realizado por:** Lozano L. (2024).

✓ *Técnicas para la caracterización del producto.*

La Norma Técnica Ecuatoriana 2561:2010 establece los requisitos que deben cumplir los bocaditos elaborados a partir de cereales, leguminosas, tubérculos o raíces tuberosas, semillas, frutas horneados o fritos listos para consumo.

**Tabla 3-8:** Requisitos Bromatológicos

<i>Requisito</i>	<i>Técnica</i>	<i>Fundamento</i>
Humedad %	NTE INEN 518	Determinación del contenido de humedad por pérdida de masa debido a calentamientos sucesivos de la muestra a $185^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$
Grasa %	NTE INEN 523	Determinación de la grasa del snack. El contenido de grasa es extraído de la muestra mediante un solvente orgánico.
Índice de peróxidos $\text{meq O}_2/\text{Kg}$ (en la grasa extraída)	NTE INEN 277	El índice de peróxidos mide el estado de oxidación de un aceite, su deterioro. La técnica consiste en valorar con solución de tiosulfato de sodio el yodo liberado por una cantidad determinada de muestra

**Fuente:** Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2010.

**Realizado por:** Lozano L. (2024).

**Tabla 3-9:** Requisitos Microbiológicos

Requisito	Técnica	n	c	m	M	Fundamento
Recuento estándar en placa ufc/g	NTE INEN 1529-5	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. Se realizan diluciones decimales de la suspensión inicial de la muestra y se inocula el medio nutritivo de cultivo. Se incuba a 30°C por 72 horas y luego se cuenta el número de colonias formadas.
Mohos ufc/g	NTE INEN 1529-10	5	2	10	10 <sup>2</sup>	Determinación de la cuantificación de unidades propagadoras de mohos y levaduras, se basa en el cultivo de estas entre 22°C y 25°C, usando la técnica de recuento de placas por siembra en profundidad y un medio con extracto de levadura, glucosa y sales minerales.
Ecoli ufc/g	NTE INEN 1529-7	5	0	<10	-	Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias en placa por siembra en profundidad en agar cristal violeta-rojo neutro bilis (VRB) o similar a una temperatura de incubación de 30±1°C.

**Fuente:** Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2010.

**Realizado por:** Lozano L. (2024).

Donde:

$n$  = Número de muestras que se van a examinar.

$c$  = Número de muestras permisibles con resultados entre  $m$  y  $M$ .

$m$  = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

$M$  = Índice máximo permisible para identificar nivel de calidad aceptable

### 3.3. Parte Experimental

Se explicaron los procesos y operaciones unitarias que forman parte de la elaboración del snack de papa china, se determinaron las variables y parámetros que afectan al proceso. En esta etapa se recopilaron datos cuantitativos y cualitativos necesarios para la validación del proyecto.

#### 3.3.1. Descripción de la toma de muestra

Para la realización del diseño de un proceso en la elaboración del snack se tomó una muestra de 3kg de papa china procedente de la ciudad de Macas, provincia de Morona Santiago, para su posterior caracterización fisicoquímica y el análisis microbiológico.

#### 3.3.2. Descripción del proceso a nivel laboratorio.

Se emplearon los datos recabados del proceso de elaboración a nivel de laboratorio para identificar las variables y parámetros de diseño, los cuales se describen a continuación.

**Tabla 3-10:** Materiales, Equipos, Materia prima e insumos

<i>Equipos y materiales</i>	<i>Materia prima e insumos</i>
Rebanadora	3 kg de papa china
Horno	Aceite Vegetal
Balanza analítica	Cloruro de sodio (sal común yodada)
Pie de rey	Condimentos en polvo
Cocina de 1 hornilla.	Orégano en polvo
Olla acero inoxidable	
Termómetro de alimentos	
Cronómetro	

Realizado por: Lozano L. (2024)

- **Recepción de la materia prima.**

La materia prima que se utilizó para la realización de este proyecto se obtuvo en la ciudad de Macas, provincia de Morona Santiago, en el mercado de productores de la zona de Sevilla Don Bosco, misma que será transportada a la ciudad de Riobamba donde se encuentra el laboratorio de Alimentos de la Facultad de Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y la microempresa Kipa Alimentos del Sol, para su posterior transformación.



**Ilustración 3-2:** Recepción Papa china

Realizado por: Lozano L. (2024)

- **Selección de la papa china.**

La materia prima fue clasificada de acuerdo con la Tabla 3.2-1, donde se seleccionaron los tubérculos que no presentaban: materia extraña visible, germinando, con malos olores, manchas y mohos.



**Ilustración 3-3:** Selección de la Papa china

Realizado por: Lozano L. (2024)

- **Lavado y pelado de la materia prima.**

La papa china adquirida se procedió a lavar con abundante agua hasta eliminar la tierra e impurezas. Seguidamente se pesó, posteriormente se peló de forma manual y de nuevo se lavó con abundante agua para eliminar impurezas y verificar que se haya pelado completamente la cáscara. Una papa china sana es blanca, se pesa la papa china y la cáscara.

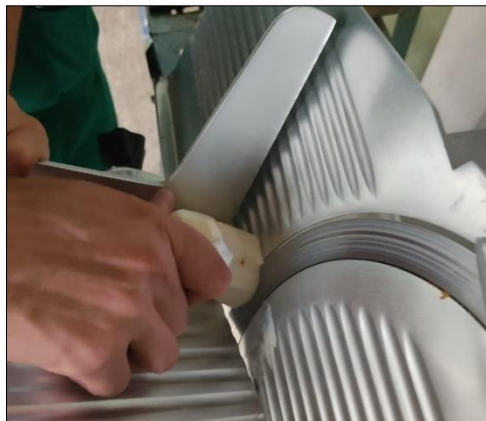


**Ilustración 3-4:** Pelado de la Papa china

Realizado por: Lozano L. (2024)

- **Rebanado**

Una vez limpia la materia prima, se rebana 2mm, 2,5mm y 3mm de grosor, en el laboratorio de cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, se realizó el rebanado en el equipo rebanador. Al final se lava con abundante agua para pasar al siguiente proceso.



**Ilustración 3-5:** Rebanado de la Papa china

Realizado por: Lozano L. (2024)

- **Secado**

Las rodajas de papa china pasan por un proceso de secado para una mejor textura en el freído y horneado. Se secan las rodajas a una temperatura de 40°C aproximadamente por 5 horas.



**Ilustración 3-6: Secado Papa china**

Realizado por: Lozano L. (2024)

- **Horneado**

Se procedió a hornear las diferentes rodajas de papa china a 185°C por 2 minutos.



**Ilustración 3-7: Chips de Papa china Horneados**

Realizado por: Lozano L. (2024)

- **Freído**

Las rodajas de papa china se sumergen en una olla de acero inoxidable con aceite vegetal limpio a una temperatura de 185°C por 3 minutos.





- **Inspección y selección**

Se seleccionan los chips que estén enteros y grandes. Se rechazan aquellos que son pequeños o tienen algún color oscuro y/o quemados.

- **Sazonado**

Se procede a sazonar con sal y condimentos para un agradable sabor y conservación. Se realiza dos tipos de sazón para condimentar el snack, la primera es una mezcla en polvo de ajo y sal, la segunda es sal y orégano.

**Tabla 3-11:** Sazonado de los tratamientos 1 y 2 del snack.

Sazonado	Horneado (T2)	Frito (T1)
Mezcla en polvo de sal y ajo		
Mezcla en polvo de sal y orégano		

Realizado por: Lozano L. (2024)

- **Empacado y Almacenamiento.**

Posteriormente se empaca en fundas ziploc herméticas para asegurar que no entre oxígeno y se degrade con más rapidez el snack.



**Tabla 3-12:** Empacado y almacenamiento de los tratamientos 1 y 2 del snack.

	Grosor 2mm	Grosor 2,5mm	Grosor 3mm
<b>T1</b>			
<b>T2</b>			

Realizado por: Lozano L. (2024)

### 3.3.3. *Formulación del proceso para la elaboración del snack.*

Para la realización de este proyecto, se hicieron dos procesos distintos de cocción del snack, el tratamiento 1 o T1; consiste en hornear el snack a 190°C por 2 min, las rodajas de papa serán de 2 mm, 2.5mm y 3mm, aplicando dos diferentes tipos de condimentos mezclados, ajo y sal y otro con orégano y sal. El segundo tratamiento o T2, consiste en la elaboración del snack frito a 185°C por 3 min, aplicando las opciones de diferente grosor idénticas al tratamiento 1 y los condimentos de ajo y sal y otro condimento con orégano. Con los resultados obtenidos podremos realizar el diseño del proceso a escala industrial y realizar los cálculos para el dimensionamiento de los equipos.

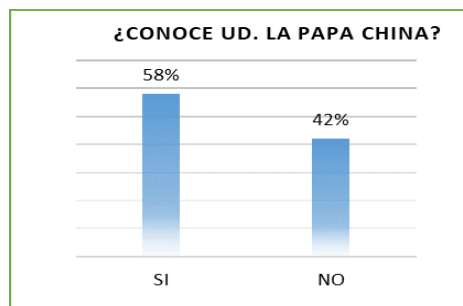
#### 3.3.3.1. *Resultados de la formulación proceso del producto (Encuestas)*

Para conocer el grado de aceptabilidad de las distintas formulaciones y sabores en la obtención de un snack a base de papa china se realizó mediante encuestas con el objetivo de determinar el producto con mayor demanda dentro de los encuestados. La prueba se realizó en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en la Facultad de Ciencias.

- **Resultados del análisis de aceptabilidad del producto.**

Las encuestas se aplicaron el 30 de enero del 2024, se aplicó a 100 personas dentro de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en la Facultad de Ciencias. Se explicó debidamente a los participantes como contestar las encuestas dirigidas a la degustación del snack. Finalizada las encuestas se procede a realizar el análisis de los resultados para evaluar la preferencia de los participantes en cuanto a la aceptabilidad sensorial, el tipo de proceso y grosor del snack.

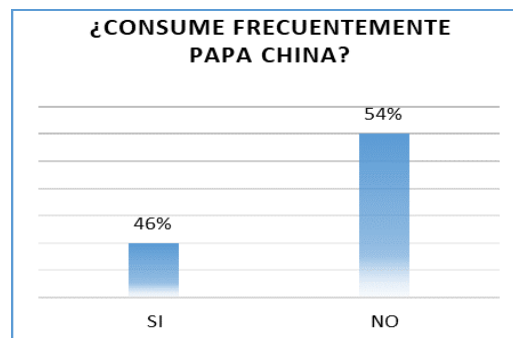
Las primeras preguntas en la encuesta se tratan acerca del conocimiento de la materia prima, debido a que en la Sierra no se da este producto, así podremos abrir un nuevo mercado para el consumo de papa china y del snack. Para medir la confiabilidad o la homogeneidad de las preguntas o respuestas con ítems politómicos de la encuesta se utilizó el coeficiente de Alfa de Cronbach ( $\alpha$ ) (Corral, 2009, pág. 241) y para preguntas o respuestas dicotómicas se utilizó el Coeficiente Kuder-Richardson (KR-20) (Corral, 2009, pág. 242) . Una vez obtenido los datos se realizó los cálculos en Excel.



**Ilustración 3-8:** Resultado del Conocimiento del Tubérculo.

**Realizado por:** Lozano L. (2024)

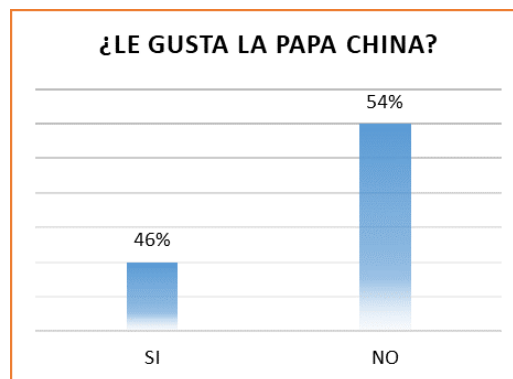
Un 42% de participantes encuestados no conocen el tubérculo, pero un 58% de los encuestados si lo conocen.



**Ilustración 3-9:** Resultado del consumo de papa china.

**Realizado por:** Lozano L. (2024)

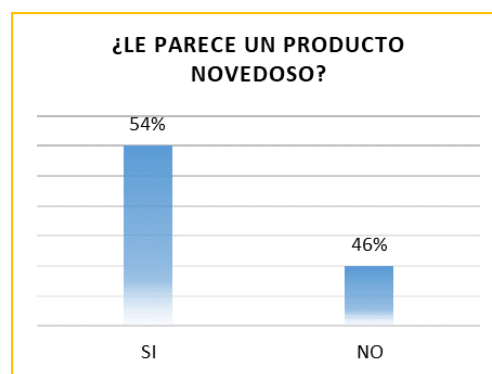
El 54 % de las personas encuestadas no consume este tubérculo, puede que en Riobamba no es fácil encontrar la papa china, es decir, no tiene amplia comercialización en la ciudad.



**Ilustración 3-10:** Resultados sobre el gusto del tubérculo.

Realizado por: Lozano L. (2024)

El 54 % de las personas encuestadas no les gusta la papa china, porque el mismo porcentaje de los encuestados en la pregunta anterior no consumen la papa china porque la comercialización de este tubérculo en Riobamba es muy baja. Con estos resultados podemos concluir que se puede abrir un nuevo mercado en la ciudad para este tubérculo. Haciendo competencia a la papa tradicional, más conocida y consumida en la Sierra.



**Ilustración 3-11:** Resultado sobre lo novedoso del producto

Realizado por: Lozano L. (2024)

El 54% de los encuestados les parece novedoso el snack de papa china, siendo una alternativa diferente al snack tradicional hecho de papa, pudiendo conocer los posibles consumidores del producto.



**Ilustración 3-12:** Resultados sobre el T1 en cuanto al sabor del snack

Realizado por: Lozano L. (2024)

En la *ilustración 3-11* podemos observar la aceptabilidad del producto del T1 o tratamiento 1 con sus diferentes grosores, el 37% de los encuestados no les gusta ni les disgusta el snack horneado, en cuanto a la sazón aquí se aplicó los condimentos de ajo en polvo y sal, concluyendo que no es de agrado ni el tipo de tratamiento ni los condimentos aplicados en el mismo.



**Ilustración 3-13:** Resultados del T1 en cuanto al color del snack

Realizado por: Lozano L. (2024)

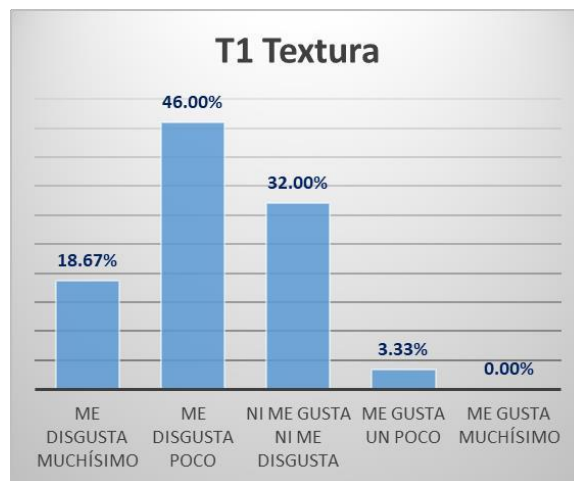
En cuanto al color en el tratamiento 1 se puede observar que no es de agrado del 42.67% de los encuestados, esto se puede deber a que en el tratamiento 1 el snack presenta un color oscuro, tan solo el 2.67% de los encuestados les gustó el color del snack.



**Ilustración 3-14:** . Resultados del T1 en cuanto al olor del snack.

Realizado por: Lozano L. (2024)

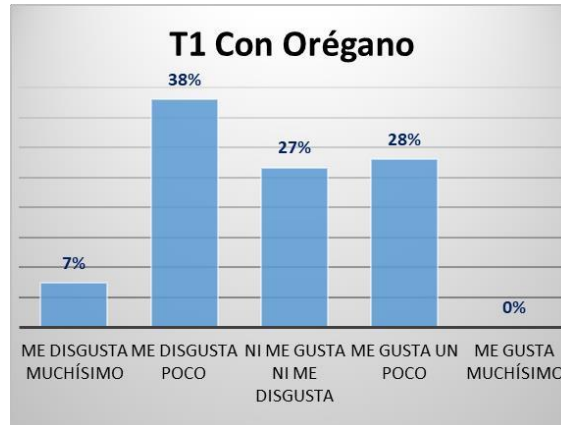
En cuanto al olor del snack del tratamiento 1 no hay aceptación por parte de los encuestados, el 41.33% les disgusta y tan solo 1.33% les agrada poco y muchísimo el snack. El gran porcentaje de desagrado puede deberse a que el olor a el ajo en polvo no es agradable para muchas personas



**Ilustración 3-15:**Resultados del T1 en cuanto a la textura del snack

Realizado por: Lozano L. (2024)

En la *ilustración 3-15* podemos observar que el 46% de los encuestados no les gusta la textura del tratamiento 1 del snack, tan solo el 3.33% de los participantes les agrado la textura.



**Ilustración 3-16:** Resultados del T1 en cuanto al sabor con orégano

Realizado por: Lozano L. (2024)

En la *ilustración 3-16* podemos observar que el 38% de los encuestados no prefieren el tratamiento 1 con orégano, pero si existe una mayor aceptación este sabor a comparación con el otro tipo de condimentos de ajo en polvo y sal. El 28% de los participantes les gusto un poco el sabor del snack con orégano a comparación de la *ilustración 3-11* en donde los resultados arrojan que solo el 14% les gusto el sabor de ajo en polvo.

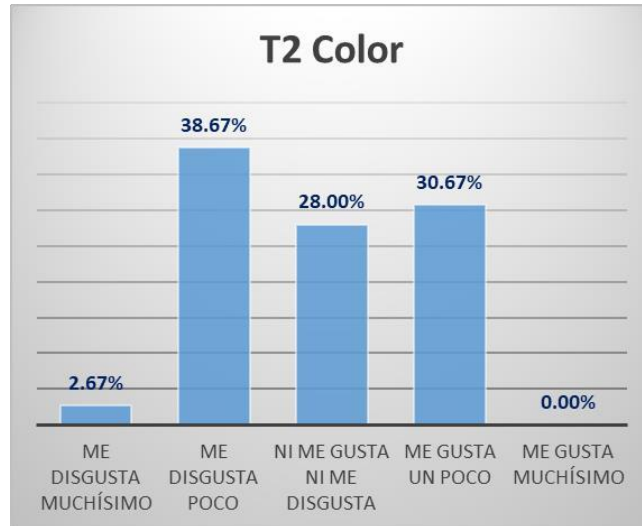
A continuación, se muestran los resultados del tratamiento 2 que es el snack frito.



**Ilustración 3-17:** Resultados del T2 sobre el sabor del snack

Realizado por: Lozano L. (2024)

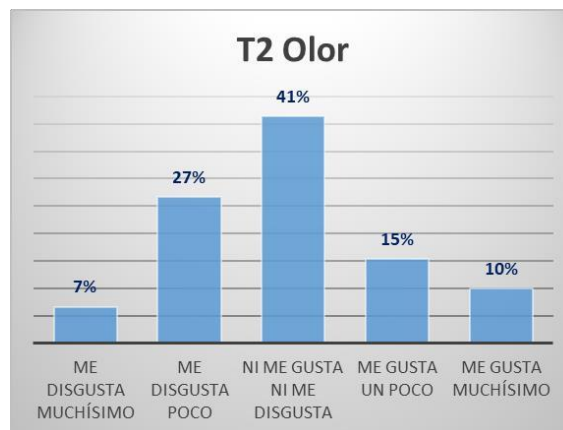
Para el tratamiento 2 del snack, que es el snack frito en cuanto al sabor tenemos mayor porcentaje de aceptación comparado con el tratamiento 1, el 37% de los encuestados no les gusta ni les disgusta el snack, el 35% ya tiene una mayor aceptación y hay un 6% que les gusta muchísimo.



**Ilustración 3-18:** Resultados del T2 sobre el color del snack

Realizado por: Lozano L. (2024)

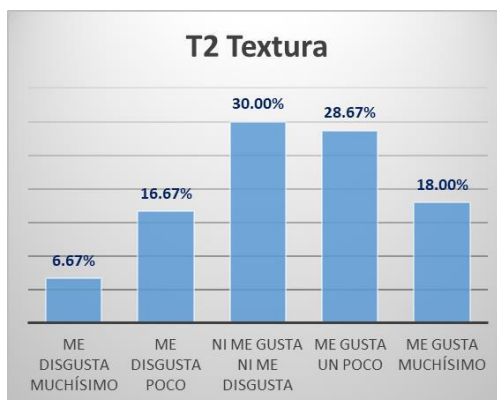
En cuanto al color, observamos que aumentó el porcentaje de aceptación en comparación con el tratamiento 1, el 2,67 % les gustaba el color del snack en el primer tratamiento, ahora ha aumentado a un 30,67 % de aceptación. Sin embargo, aún hay un 38,67% de participantes que no les gusto el color del snack.



**Ilustración 3-19:** Resultados del tratamiento 2, el Olor del snack

Realizado por: Lozano L. (2024)

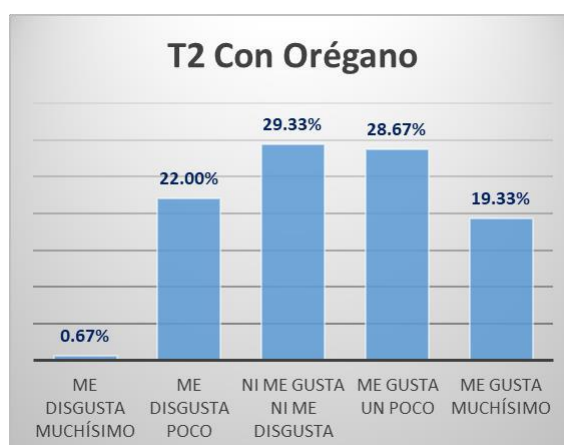
En la *ilustración 3-19* se puede observar os resultados del tratamiento 2 sobre el olor del snack, un 41% de encuestados no les gusta ni les disgusta el olor del snack, un 27% les disgusta un poco y el 15% les gusta un poco.



**Ilustración 3-20:** Resultados del tratamiento 2, textura del snack.

Realizado por: Lozano L. (2024)

Los resultados sobre la textura de snack tuvieron mayor aceptabilidad en comparación con el tratamiento 1 que tuvo un 3,33% de aceptación, ahora el T2 tiene un 28,67% de encuestados les gusta un poco la textura del snack y un 30% no les gusta ni les disgusta la textura.



**Ilustración 3-21:** Resultados sobre el tratamiento 2 con el sabor Orégano.

Realizado por: Lozano L. (2024)

En cuanto al sabor con orégano, el snack tuvo un 38 % de aceptación, el mismo porcentaje se repite con el tratamiento 1, pero el 2 tiene una mayor aceptación entre los participantes con un 19,33 % de personas que les gusta mucho, y el 29,33 % que no les gusta ni les disgusta.

Los resultados sobre la confiabilidad de las preguntas dicotómicas se realizó los análisis con la fórmula de Kuder Richardson= 0.725, este resultado nos indica que las preguntas y respuestas de la encuesta tienen una confiabilidad aceptable. La validación de las preguntas y respuestas politómicas se realizó los cálculos con el alfa de Cronbach para respuestas múltiples, el resultado de las preguntas múltiples el alfa de Cronbach fue 0.73, el nivel de fiabilidad es muy bueno según



la tabla 1 de Tuapanta et al. (2017, pág.41).

Según los resultados de la encuesta realizada en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se define el proceso de mayor aceptación es el tratamiento 2, el snack frito y, en cuanto al grosor de las encuestas refleja que hay mayor aceptación de los encuestados el de 2 mm. El proceso queda definido de la siguiente manera: T2 con un grosor de 2mm y el sabor con Orégano.

### 3.3.4. Datos Experimentales

**Tabla 3-13:** Clasificación del tamaño de la papa de acuerdo con la NTE INEN 1516:1987

<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>
Diámetro	71.6 +/- 10.3
Largo	100.2 +/- 14.5
Ancho	44.9 +/- 5.5
Peso	120.5 +/- 9.5
Categoría	Grado N°1 o Primera

Realizado por: Lizbeth Lozano, (2024)

**Tabla 3-14:** Cumplimiento de las papas para consumo humano según la NTE INEN 1516:2012C

<i>Requisitos</i>	<i>Evaluación</i>
Enteras y con piel bien formada	Si
Sanas	Si
Limpias, exentas de materia extraña visible	Si
Firmes y aspecto fresco	Si
Exentas de plagas	Si
Sin germinar (brotes no miden más de 3mm)	Si
Exentas de olores y sabores extraños	Si
Enverdecimiento	No
Manchas de moho y otros defectos internos	No

Realizado por: Lizbeth Lozano, (2024)

**Tabla 3-15:** Datos de los pesos de la materia prima usada a nivel laboratorio.

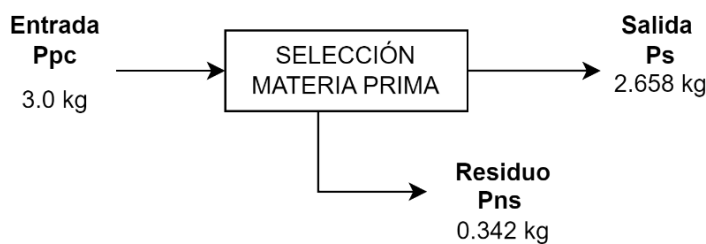
<i>Etapa</i>	<i>Valor 1</i>	<i>Valor 2</i>	<i>Valor 3</i>	<i>Promedio</i>	<i>unidades</i>
Selección de MateriaPrima	2.665	2.700	2.670	2.658	kg
Pelado	2.478	2.428	2.483	2.463	kg
Rebanado	2.086	2.168	2.171	2.151	kg
Secado	681.97	698.85	724.89	701.9	g
Freído	681.97	698.85	724.89	701.9	g
Aceite Vegetal	180	185	183	186.6	ml
Temperatura del aceitepor inmersión				185	°C

Realizado por: Lizbeth Lozano, (2024)

### 3.3.5. Balance de Masa

#### 3.3.5.1. Balance de masa para la selección de la Materia Prima

La materia prima utilizada es procedente de la ciudad de Macas, en esta operación se determina si el tubérculo conseguido cumple con los estándares de calidad establecidos anteriormente. El lote utilizado para realizar el proceso a nivel laboratorio tiene un peso inicial de 3000 g, seguidamente se procede a la clasificación y selección del tubérculo, obteniendo 2658 g de materia prima seleccionada, obteniendo un residuo de tubérculos rechazados de 342 g, es decir el rendimiento en esta operación es de 88.6 % de la materia prima seleccionada.



$P_{pc} = \text{Papa china (kg)}$

$P_s = \text{Papa china seleccionada (kg)}$

$P_{ns} = \text{Papa china no seleccionada (kg)}$

$$P_p = P_s + P_{ns}$$

$$P_{ns} = P_p - P_s$$

$$P_{ns} = 342g$$

*Cálculo del % de rendimiento para la selección de la materia prima*

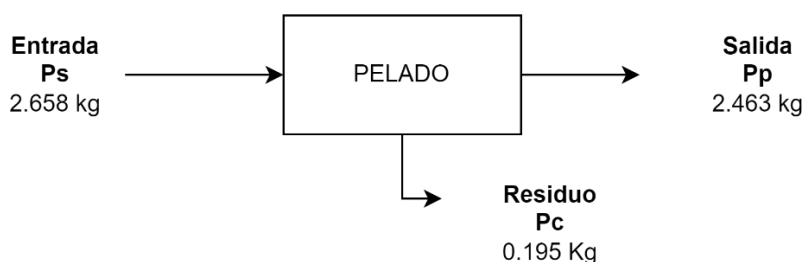
$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{salida}}{\text{entrada}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{2658g}{3000g} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 88.6\%$$

### 3.3.5.2. Balance de masa en etapa de Pelado de la materia prima

En la preparación de la materia prima se realiza el pelado de la materia prima, en donde ingresa 2658g de materia prima seleccionada y obtenemos 2463g de papa pelada. El rendimiento en esta operación es de 92.66%. Luego se realiza el lavado de la materia prima en donde no se pierde nada de masa, esto debido a que las impurezas que se dan luego del pelado representan cifras insignificantes, por tanto, no se realiza el balance de masa, ya que el rendimiento del lavado es del 100%.



$P_p = \text{papa pelada}$

$P_c = \text{Cáscara de papa}$

$$P_s = P_p + P_c$$

$$P_c = P_s - P_p$$

$$P_c = 2658g - 2463g$$

$$P_c = 195g$$

*Cálculo del % de rendimiento para el pelado de la materia prima*

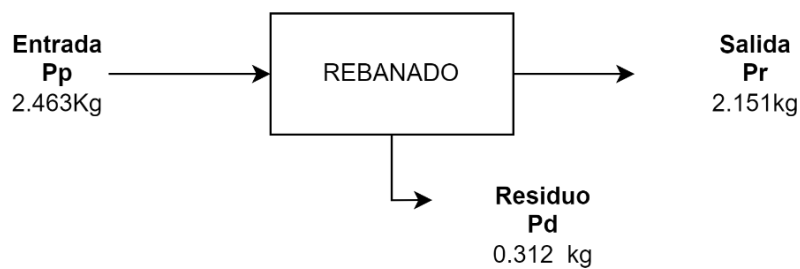
$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{salida}}{\text{entrada}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{2463g}{2658g} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 92.66\%$$

### 3.3.5.3. Balance de masa en la etapa de rebanado.

En el rebanado de la materia prima se realiza el corte tipo chips de las papas, obteniendo 2151g a partir de 2463g de papa pelada. El rendimiento en esta operación es 87.33%. Después se lava las papas con abundante agua, se realiza hasta que el agua residual del lavado sea lo más clara posible, porque en la siguiente operación no se secan adecuadamente los chips si no están bien lavados. En la operación posterior al rebanado, es el lavado y no se realiza un balance de masa, ya que no hay pérdidas de materia, por ende, el rendimiento sería del 100%.



$P_r = \text{papa rebanada}$

$P_d = \text{papa defectuosa}$

$$P_p = P_r + P_d$$

$$P_d = P_p - P_r$$

$$P_d = 2463g - 2151g$$

$$P_d = 312g$$

*Cálculo del % de rendimiento para el rebanado de la materia prima*

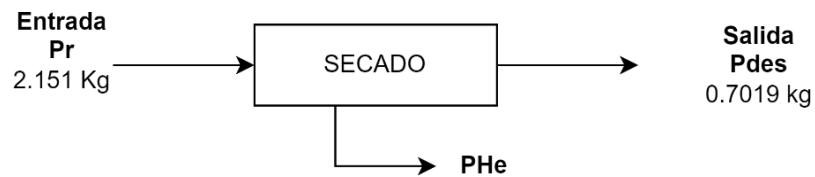
$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{salida}}{\text{entrada}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{2151g}{2463g} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 87.33\%$$

### 3.3.5.4. Balance de masa en el secado

Para cumplir con los estándares de calidad fijados en las restricciones de diseño, se realiza la operación de secado, para reducir el contenido de agua en los chips del 69 % al 5 % de humedad del producto final y así cumplir con la Norma Técnica Ecuatoriana 2561:2010. En este proceso obtenemos 701.9g de papas chips deshidratadas a partir de 2151g de papas chips rebanadas, resultando un rendimiento de 32.63%. El rendimiento es bajo, ya que el producto debe tener 5% de humedad.



$P_{des}$  = Papa deshidratada

$P_{He}$  = Peso Humedad extraída

$X_{des}$  = Fracción másica del contenido de materia seca en la corriente de salida

$X_A$  = Fracción másica del contenido de materia seca en la alimentación.

$$P_r = P_{des} + P_{He}$$

$$X_A P_r = X_{des} P_{des}$$

$$P_{des} = \frac{X_A P_r}{X_{des}}$$

$$P_{des} = \frac{0.31 * 2151}{0.95}$$

$$P_{des} = 701.9g$$

$$P_{He} = 1449.1g$$

*Cálculo del % de rendimiento para el secado de la materia prima*

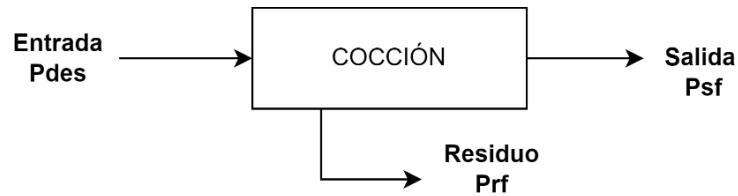
$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{salida}}{\text{entrada}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{701.9g}{2151g} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 32.63\%$$

### 3.3.5.5. Balance de masa en la etapa de cocción

Finalmente, se realiza la cocción de los chips de papas, en el cual tenemos un flujo de alimentación de 701.9g y obtenemos 681g de snack.

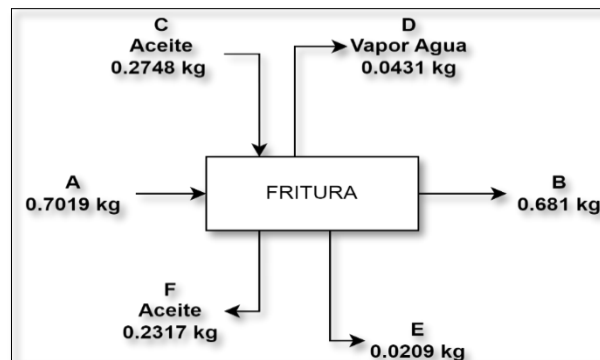


$$P_{sf} = \text{Peso del snack frito}$$

$$P_{des} = P_{sf}$$

$$P_{sf} = 681g$$

### 3.3.5.6. Balance de Energía en la etapa de fritura



**Ilustración 3-22:** Balance de energía en la etapa de fritura

Realizado por: Lozano L. (2024)

✓ Cálculo del flujo de la papa en la alimentación

$$m_p = \frac{A}{\text{tiempo}}$$

$$m_p = \frac{0.7019kg}{140s}$$

$$m_p = 18.04 \frac{kg}{h}$$

✓ Cálculo del flujo de aceite en la alimentación

$$m_a = \frac{C}{\text{tiempo}}$$

$$m_a = \frac{0.2748 \text{ kg}}{140 \text{ s}}$$

$$m_a = 7.06 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

✓ *Cálculo del flujo de los chips fritos*

$$m_c = \frac{0.681 \text{ kg}}{140 \text{ s}}$$

$$m_c = 17.51 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

✓ *Cálculo del rendimiento del aceite*

$$R = \frac{\text{Kg aceite después fritura}}{\text{Kg aceite antes de la fritura}} * 100$$

$$R = \frac{0.2317 \text{ kg}}{0.2748 \text{ kg}} = 84.31\%$$

**Tabla 3-16:** Datos preliminares para el balance de energía en la etapa de cocción

<i>Descripción</i>	<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidades</i>
Flujo de masa de la papa que ingresa	$m_p$	18.04	kg/h
Calor específico de la papa	$C_{pp}$	3.4578	KJ/ Kg*°C
Temperatura al inicio del proceso	$T_1$	25	°C
Temperatura al final del proceso	$T_2$	180	°C
Flujo de masa de aceite que ingresa	$m_a$	7.06	kg/h
Calor específico del aceite	$C_{pa}$	2	KJ/ Kg*°C
Coeficiente de transmisión térmica	$k_{acero}$	16.3	$W$
			$m^2 \cdot ^\circ C$
Radio de la freidora	$r_f$	0.20	m
Altura de la freidora	$h_f$	0.40	m

Realizado por: Lozano L. (2024)

✓ *Cálculo del calor ganado por la papa china*

$$Q_1 = m_p \cdot C_{pp} \cdot (T_2 - T_1)$$

$$Q_1 = 18.04 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * 3.4578 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * ^\circ C} * (180 - 25)^\circ C$$

$$Q_1 = 9668.7 \text{ kJ/h}$$

$$Q_1 = 2.68 \text{ KW}$$

✓ *Cálculo del calor ganado por el aceite*

$$Q_2 = m_a \cdot C_{p_a} \cdot (T_2 - T_1)$$

$$Q_2 = 7.06 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * 2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * ^\circ\text{C}} * (180 - 25)^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = 2188.6 \text{ kJ/h}$$

$$Q_2 = 0.61 \text{ KW}$$

✓ *Cálculo del área de transferencia de calor*

$$A_{tc} = 2\pi \cdot r_f \cdot h_f + \pi \cdot f^2$$

$$A_{tc} = 2\pi \cdot 0.20\text{m} \cdot 0.40\text{m} + \pi(0.20\text{m})^2$$

$$A_{tc} = 0.628 \text{ m}^2$$

✓ *Cálculo de calor retenido/ganado por las paredes de la freidora*

$$Q_3 = k_{acero} \cdot A_{tc} \cdot (T_2 - T_1)$$

$$Q_3 = 16.3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 * ^\circ\text{C}} 0.628 \text{ m}^2 * (180 - 25)^\circ\text{C}$$

$$Q_3 = 1586.6 \text{ W}$$

$$Q_3 = 1.58 \text{ KW}$$

✓ *Cálculo del calor total suministrado en la fritura*

$$Q_{\text{suministrado}} = Q_{\text{ganado}}$$

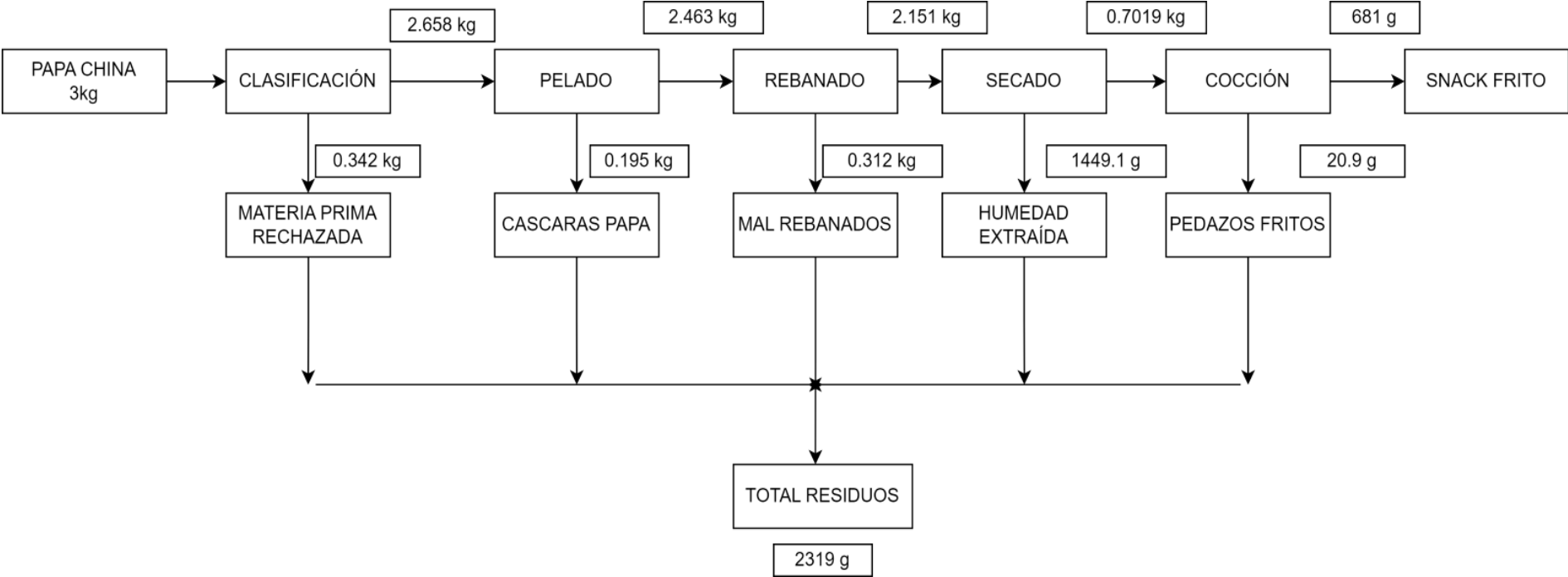
$$Q_4 = Q_1 + Q_2 - Q_3$$

$$Q_4 = 2.68 + 0.61 - 1.58$$

$$Q_4 = 1.71 \text{ KW}$$



Diagrama del balance de masa general del proceso a nivel laboratorio



**Ilustración 3-23:** Diagrama de flujo del balance de masa a nivel laboratorio  
 Realizado por: Lozano L. (2024)

3.3.5.7. *Determinación del rendimiento de la materia prima.*

**Tabla 3-17:** Resumen del balance de materia del proceso a nivel laboratorio.

<i>Operación</i>	<i>Flujos</i>	<i>Valor (g)</i>	<i>Rendimiento</i>
Selección MP	Peso inicial papa china	3000	88.6%
	Peso papa seleccionada	2658	
	Peso de papa no seleccionada	342	
Pelado	Peso papa pelada	2463	92.66%
	Peso cáscara de papa	195	
Rebanado	Peso papa rebanada	2151	87.33%
	Peso papa defectuosa	312	
Secado	Peso papa antes del secado	2151	32.63%
	Peso papa seca	701.9	
Cocción	Peso papa a freír	701.9	97%
	Peso papa frita	681	
Empacado	Peso final	681	

**Realizado por:** Lozano L. (2024)

Se aplica la siguiente ecuación, para determinar el rendimiento de la materia prima.

$$R_{mp} = \frac{P_{sf}}{P_p} * 100$$

$$R_{mp} = \frac{681g}{3000g} \cdot 100$$

$$R_{mp} = 22.7\%$$

Se pudo observar que el rendimiento de la materia prima es muy bajo, esto se debe a que la papa china tiene un alto contenido de humedad y el producto que se está realizando debe contener un bajo porcentaje de humedad.

**3.3.6. Variables del Proceso**

Las variables que se identificaron durante el proceso de elaboración del snack de papa china se presentaron en el proceso de cocción.

3.3.6.1. *Temperatura / tiempo*

La temperatura tiene una estrecha relación con el tiempo de cocción, debido a que mientras más

alta sea la temperatura de frito, menor será el tiempo de cocción, esto provoca que el producto salga crujiente y agradable al paladar, ya que no se absorbe mucha humedad para obtener ese resultado, la temperatura ideal para este proceso es de 185°C y un tiempo de 2.5 min a 3min.

### 3.3.6.2. *Presión*

Varios investigadores concluyeron que al aumentar el nivel de vacío aumenta a pérdida de agua y con ello la absorción de aceite, pero al final el producto resultaba con un mismo porcentaje de humedad por lo que no hubo diferencias significativas en el contenido de aceite

### 3.3.6.3. *Humedad*

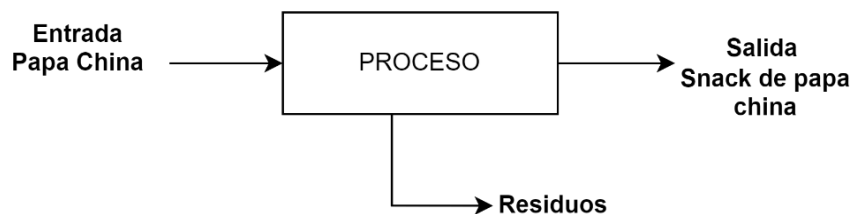
Durante el proceso de secado las rodajas de papa china deben contener <5% de contenido de humedad debido a que en la etapa de cocción si posee demasiada humedad el producto contendrá más contenido de aceite, haciendo así un producto no agradable al paladar.

### 3.3.7. *Proceso de elaboración a nivel Industrial*

A continuación, se realizarán los cálculos a nivel industrial de acuerdo con la capacidad de producción de la microempresa KIPA ALIMENTOS DEL SOL, se utilizará una base de cálculo de 15 kg a partir de los cálculos realizados a nivel de laboratorio.

#### 3.3.7.1. *Balance de masa en la producción del snack a escala industrial*

✓ *Cálculo de la materia prima*



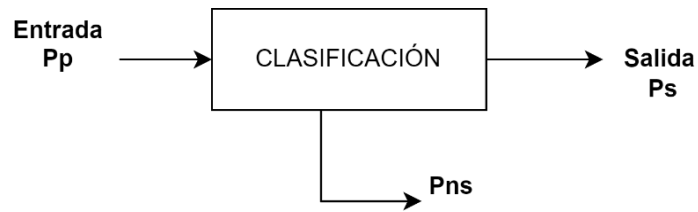
Para realizar los cálculos a nivel industrial se usarán los rendimientos a nivel laboratorio de cada operación.

$$Materia Prima = \frac{Producto}{Rendimiento} * 100$$

$$Materia Prima = \frac{15 \text{ kg}}{22.7} * 100$$

$$Materia Prima = 66 \text{ kg/h}$$

✓ Balance de materia en la operación de clasificación de la materia prima.



A continuación, se realizan los cálculos para la operación descrita:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{P_s}{P_p} * 100$$

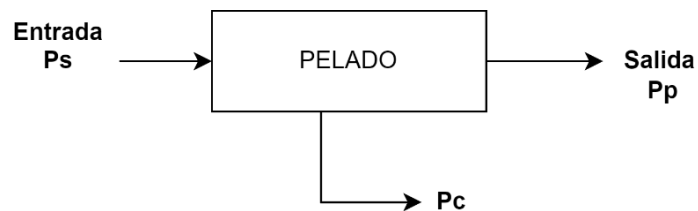
$$P_s = \frac{\text{Rendimiento(\%)}}{100} * P_p$$

$$P_s = 58.4 \text{ kg/h}$$

$$P_{ns} = P_p - P_s$$

$$P_{ns} = 7.6 \text{ kg/h}$$

✓ Balance de materia en la operación de pelado de la materia prima.



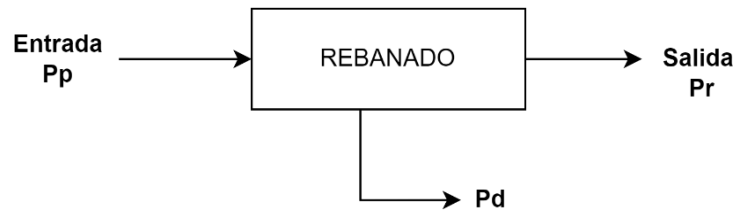
$$P_p = \frac{\text{rendimiento (\%)}}{100} * P_s$$

$$P_p = 54.11 \text{ kg/h}$$

$$P_c = P_s - P_p$$

$$P_c = 4.28 \text{ kg/h}$$

- ✓ Balance de materia en la operación de rebanado de la materia prima.



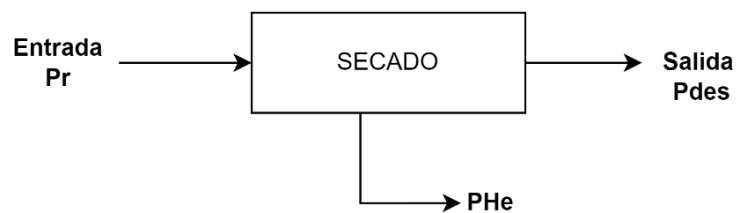
$$P_r = \frac{\text{rendimiento (\%)}}{100} * P_p$$

$$P_r = 47.25 \text{ kg/h}$$

$$P_d = P_p - P_r$$

$$P_d = 6.85 \text{ kg/h}$$

- ✓ Balance de materia en la operación de secado la materia prima.



$$P_r = P_{des} + P_{He}$$

- ✓ Balance de la materia seca en la operación del secado.

$$X_A P_r = X_{des} + P_{des}$$

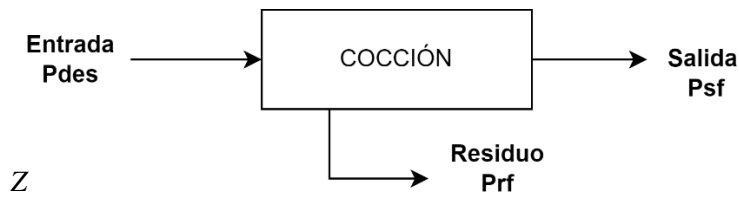
$$P_{des} = \frac{X_A * P_r}{X_{des}}$$

$$P_{des} = \frac{0.31 * 47.25}{0.95}$$

$$P_{des} = 15.41 \text{ kg/h}$$

$$P_{He} = 31.84 \text{ kg/h}$$

✓ Balance de materia en la operación de cocción de la materia prima.



$$P_{des} = P_{sf} + P_{rf}$$

$$P_{sf} = \frac{\text{rendimiento}(\%)}{100} * P_{des}$$

$$P_{sf} = \frac{97}{100} * 15.41$$

$$P_{sf} = 14.94 \text{ kg/h}$$

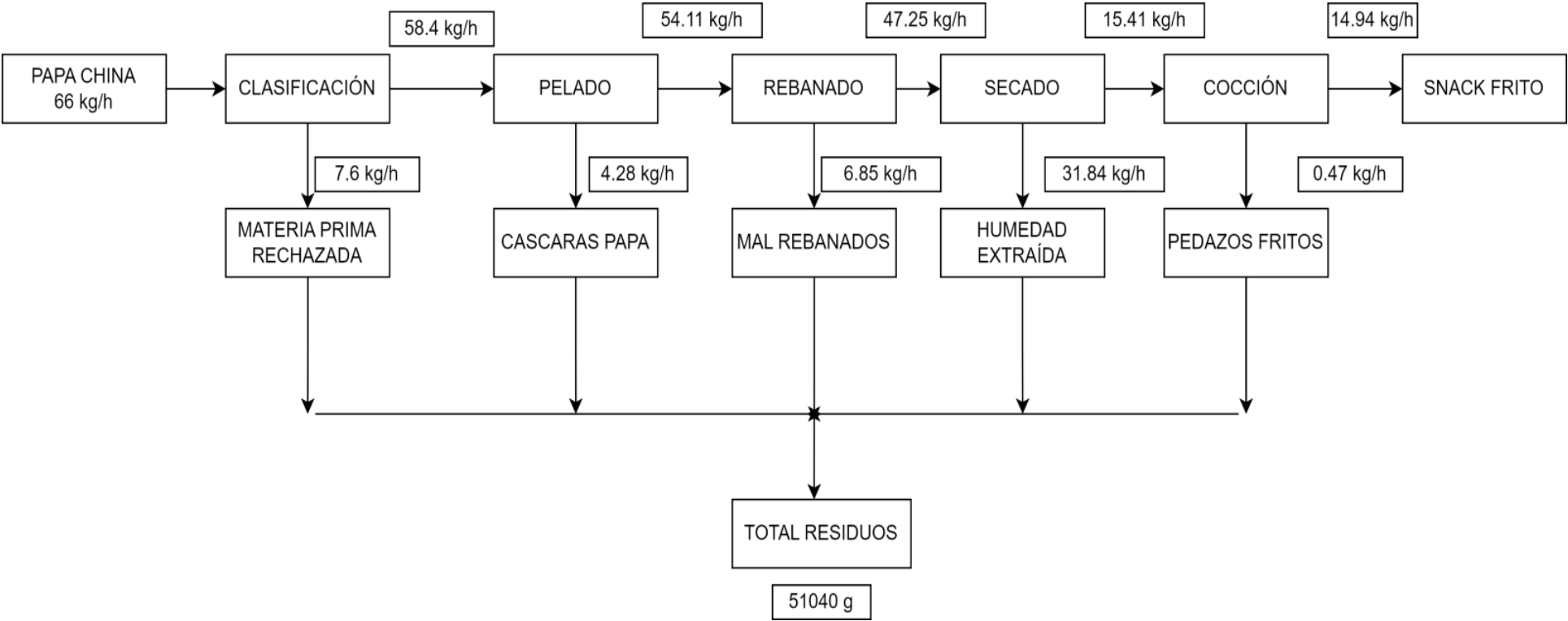
$$P_{rf} = 0.47 \text{ kg/h}$$

**Tabla 3-18:** Resumen del balance de masa a nivel industrial.

<b>OPERACIÓN</b>	<b>FLUJO</b>	<b>VALOR (kg)</b>
Recepción y clasificación de la materia prima	Peso inicial papa china	66
	Peso papa china seleccionada	58.4
	Peso papa china rechazada	7.6
Pelado de la materia prima	Peso papa pelada	54.11
	Peso cáscara de papa	4.28
Rebanado de la materia prima	Peso papa rebanada	47.25
	Peso papa defectuosa o mal rebanada.	6.85
Secado de la materia prima	Peso papa a secar	47.25
	Peso papa seca	15.41
	Peso Humedad extraída	31.84
Cocción de la materia prima	Peso snack frito	14.94

Realizado por: Lozano L. (2024)

Diagrama de balance de masa general del proceso a nivel industrial



**Ilustración 3-24:** Diagrama de balance de masa a nivel industrial

Realizado por: Lozano L. (2024)

### 3.3.8. *Requerimientos de instrumentos, equipos y maquinarias*

**Tabla 3-19:** Requerimiento de instrumentos y equipos para medición

<i>Etapa</i>	<i>Instrumento</i>	<i>Características</i>	<i>Cant.</i>
Recepción de lamateria prima	Báscula industrial	Báscula industrial de acero de alta resistencia, peso máximo 100kg	2
Selección de lamateria prima	Pie de rey	Instrumento de medición de diámetros externos, internos y profundidades.	2
Control de calidad	or de peróxidosde aceite	sión fiable desde 70°Ca 190°C	1
Control de calidad	erial de vidrio paratomamuestras	Vaso precipitación, probeta.	1

Realizado por: Lozano L.2024

**Tabla 3-20:** Requerimientos de equipos y maquinaria de producción.

<i>Equipo</i>	<i>Etapa</i>	<i>Características</i>	<i>Cant.</i>
Tanque de lavado	Lavado de la materia prima luego del rebanado	Tanque de Acero Inoxidable AISI 304	2
Peladora de papas	Pelado de la materia prima	Equipo eléctrico con cuchilla de acero inoxidable	1
Rebanadora	Rebanado de materia prima	Equipo eléctrico con cuchilla de acero inoxidable regulable para cortes de distinto grosor.	1
Secador	Secado de la materia prima	Secador de bandejas industrial, para obtener la humedad adecuada de las rodajas de papa china	1
Freidora	Cocción	Equipo de acero inoxidable, cámara de fritura con rejilla para escurrir, con estabilizador de temperatura	1
Empaquetadora	Empaquetado	Maquina eléctrica y automática con sistema de pesaje electrónico y alimentación vibratoria.	1

Realizado por: Lozano L. 2024

### 3.3.9. *Dimensionamiento de los Equipos*

A continuación, se realizan los cálculos ingenieriles de las dimensiones que necesita el diseño del proceso para la elaboración del snack de papa china. La microempresa KIPA ALIMENTOS DEL



SOL, en sus instalaciones tiene un secador de bandejas de 100 kg y una empaquetadora, por lo que se realizan los cálculos de ingeniería para diseñar la peladora, rebanadora, freidora el tanque de lavado y la banda transportadora.

### 3.3.9.1. *Material de construcción*

Los equipos requeridos para producir el snack de papa china se fabricarán en acero inoxidable de grado alimenticio, un material con grandes beneficios en la producción alimentaria, ya que es un metal muy higiénico, duradero en el tiempo y resistente a la corrosión. El acero inoxidable AISI 304 contiene básicamente 18% Cromo y 8% Níquel, con un contenido de carbono limitado a un máximo de 0.08%, presenta buenas propiedades de mecanizado, es de fácil limpieza, prevención de contaminación de producto.

### 3.3.9.2. *Banda Transportadora*

Se realizan los cálculos para el dimensionamiento de la banda transportadora de la materia prima, donde se realizará la clasificación de las papas y por simple inspección visual se rechazarán aquellas papas que no cumplan con los estándares de calidad especificados en la tabla 3.3-2.

**Tabla 3-21:** Anchos normalizados por el Cema

<i>Anchos Normalizados por el Cema (mm)</i>										
400	450	500	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1800

Fuente: (Sierra et al., 2014, pág. 102)

Realizado por: Lozano, L. (2024)

Se selecciona el ancho de 400 mm y se realizan los siguientes cálculos:

- ✓ *Cálculo de la cantidad de tubérculo transportado*

$$Q = 66 \frac{kg}{h} * \frac{1 papa}{0.12kg} * \frac{1 h}{60 min}$$

$$Q = 9.16 \frac{papas}{min}$$

- ✓ *Cálculo del área del tubérculo a transportar*

$$A_{tub} = \pi \cdot r \cdot (r+g)$$

$$A_{tub} = \pi (0.0716)(0.065+0.046)$$

$$A_{tub} = 0.025 \text{ m}^2 \cdot 9.16$$

$$A_{tub} = 0.23 \text{ m}^2$$

Donde:

$A_{tub}$  = Área del tubérculo transportada ( $\text{m}^2$ )

✓ *Cálculo de longitud de la banda*

$$A_{tub} = A_b$$
$$A_b = \frac{X_b * A_{bn}}{2}$$

Donde:

$A_b$  = Área de la banda

$X_b$  = Longitud de la banda (m)

$A_{bn}$  = Ancho banda normalizado (0.4m)

*Despejando la longitud:*

$$X_b = \frac{A_b * 2}{A_{bn}}$$
$$X_b = \frac{2 * 0.23}{0.4}$$
$$X_b = 1.15 \text{ m}$$

✓ *Cálculo de la longitud corregida*

Es necesario aumentar a longitud de la banda, sugerida por el fabricante Kauman. Aplicmos un factor de seguridad del 20%

$$L_c = X_b + 1.20$$

$$L_c = 1.4 \text{ m}$$

Donde:

$L_c$  = Longitud escogida para la banda

✓ *Cálculo de la velocidad de la banda*

$$v_b = 1.4m * \frac{min}{60 s}$$

$$v_b = 0.02 m/s$$

*Dimensiones de la banda:* Largo banda:  $L_b = 1.4 m$  Ancho de la banda:  $A_b = 0.4 m$

Velocidad de la banda:

$$v_b = 0.02 m/s$$

✓ *Cálculo del peso máximo que soporta la banda*

$$P_{m\acute{a}x} = N^{\circ} \text{ tub\acute{e}rculos} \cdot P_{\text{unidad}}$$

$$P_{m\acute{a}x} = 9.16 \cdot 0.12kg$$

$$P_{m\acute{a}x} = 1.01kg$$

✓ *Selección de rodillos*

De acuerdo con el ancho de la banda normalizado podemos obtener el diámetro del rodillo normalizado siendo 63.5 mm según el Catálogo Rotrans, (pág. 9) . Con el valor obtenido del ancho de la banda tenemos especificaciones de los rodillos.

✓ *Cálculo de la masa de la banda*

**Tabla 3-22:** Características del material de la banda seleccionado.

<i>Tipo de material de tejido</i>	<i>Peso banda</i>	<i>Espesor</i>
<i>Uretano</i>	<i>kg</i> <i>0.7</i> <i>m<sup>2</sup></i>	<i>0.7 mm</i>

Fuente: Catalogo Siegling

Realizado por: Lozano, L. (2024)

$$M_b = A_{tub} \cdot P_m$$

$$M_b = \text{Masa de la banda}$$

$$M_b = 0.23 \cdot 0.7$$

$$M_b = 0.161 kg$$

✓ *Cálculo de la masa del producto por unidad de longitud.*

$$Q = \frac{T}{v}$$

Donde:

$Q =$  Masa de producto por unidad de área.

$T =$  Capacidad máxima a transportar por hora (0.05T)

$v_b =$  Velocidad de la banda ( $6.3 \times 10^{-3}$ )

$$Q = 1.16 \text{ kg}$$

✓ *Cálculo de la tensión necesaria para mover la banda descargada*

$$T_{mb} = 9.8G \cdot f_x \cdot L_c$$

Donde:

$T_{mb(x)}$  = Tensión necesaria para mover la banda

$f_x =$  Coeficiente de fricción de la banda

$G =$  Masa de partes móviles (kg)

De acuerdo con la tabla del catálogo de Kauman, según el ancho escogido para la banda 400mm y asumiendo un ciclo de funcionamiento de la banda de tipo ligero, el peso de las partes móviles (G) corresponde a 24kg/m (Santacruz et al. 2007, pág. 74). Para determinar el coeficiente de fricción de la banda se toma en cuenta el tipo de cojinete, detallado en la siguiente tabla.

**Tabla 3-23:** Coeficientes de fricción en los rodillos

<i>Tipo Cojinete</i>	<i>Estado</i>	<i>Valor de f</i>
	Favorable	0.018
Rodamiento	Normal	0.020
	Desfavorable	0.023-0.030
Ficción		0.050

Fuente: (Santacruz Figueroa & Suarez Rubio, 2007, p. 75)

$$T_{mb} = 9.8(24) \cdot (0.020) \cdot (1.4)$$

$$T_{mb} = 6.58 \text{ N}$$

✓ *Cálculo de la tensión necesaria para vencer la resistencia al movimiento de la carga*

$$T_{vr} = 9.8Q \cdot f_y \cdot L_c + W_f$$

Donde:

$T_{vr(y)}$  = Tensión para vencer la resistencia al movimiento de la carga

kg

$Q$  = Masa de carga por unidad de área ( $\frac{kg}{m^2}$ )

$f_y$  = Coeficiente de fricción de la banda

$W_f$  = Peso tubérculo en la alimentación (kg)

$$W_f = m_{ps} \cdot g$$

$$W_f = 58.4 \cdot 9.81$$

$$W_f = 572.9 \text{ N}$$

$$T_{vr} = 9.8 \frac{m}{s^2} * (1.16kg) * (0.05) * (1.4m) + 572.9N$$

$$T_{vr} = 573.69 \text{ N}$$

✓ *Cálculo de la tensión Efectiva*

$$T_{ef} = T_{mb} + T_{vr}$$

$$T_{ef} = 6.58N + 573.69 \text{ N}$$

$$T_{ef} = 580.27 \text{ N}$$

Donde:

$T_{ef}$  = Tensión efectiva

✓ *Cálculo de la potencia de accionamiento de la banda transportadora*

Se obtiene partir del producto de la tensión total con la velocidad de la banda.

$$\begin{aligned}P_a &= T_{ef} \cdot v_b \\P_a &= 580.27N \cdot 0.02 \text{ m/s} \\P_a &= 11.6 \text{ W} \\P_a &= 11.60W \cdot \frac{1 \text{ hp}}{746 \text{ W}} \\P_a &= 0.015 \text{ hp}\end{aligned}$$

Aplicamos un factor de seguridad de 25%, por choques y demás factores, se tiene:

$$\begin{aligned}P_c &= P_a \cdot 1.25 \\P_c &= 0.019 \text{ hp}\end{aligned}$$

Donde:

$P_c$  = *Potencia corregida*

3.3.9.3. *Peladora de papa*

✓ *Cálculo del volumen del cilindro*

Para calcular el volumen de la papa a contener en el cilindro se usará lo siguiente:

$$V_{tub} = \frac{m_f}{\rho_{tub}}$$

Donde:

$V_{tub}$  = *Volumen del tuberculo a contener en el cilindro*

$m_f$  = *masa que soporta el cilindro*

$\rho_{tub}$  = *Densidad del tubérculo*

$$\begin{aligned}V_{tub} &= \frac{100 \text{ kg}}{1.04 \text{ kg/L}} \\V_{tub} &= 0.096 \text{ m}^3\end{aligned}$$

El cilindro de la peladora debe tener una capacidad de  $0.096 \text{ m}^3$ , que viene a ser el volumen del tubérculo a contener en el cilindro.

✓ *Cálculo de la presión interna del cilindro*

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

Donde:

$P = \text{Pr e s i ó n}$

$\rho = \text{Densidad}$

$g = \text{Gravedad } h = \text{Altura}$

$$P = 1040 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0.85\text{m}$$

$$P = 8672.04 \text{ Pa}$$

$$P = 8.67 \text{ Kpa}$$

✓ *Área de la papa que está en contacto con el abrasivo*

$$A_{pp} = D_1 \cdot D_2$$

Donde:

$A_{pp} = \text{Área de la papa}$

$D_1 = \text{Longitud de la papa}$

$D_2 = \text{Ancho de la papa}$

$$A_{pp} = (10.02) (7.16)$$

$$A_{pp} = 0.0072 \text{ m}^2$$

✓ *Presión que ejerce la papa sobre la superficie*

$$P = \frac{W_{ps}}{A_{pp}}$$

Donde:

$W_{ps}$  = *Peso de la papa seleccionada (la que se va a pelar)*

$$W_{ps} = 0.25 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$W_{ps} = 2.45 \text{ N}$$

$$2.45 \text{ N}$$

$$P = \frac{2.45 \text{ N}}{0.0072 \text{ m}^2}$$

$$P = 340.62 \text{ Pa}$$

✓ *Cálculo del área lateral del cilindro que está en contacto con las papas.*

$$p = \pi \cdot d$$

*Donde:*

$p$  = *Perímetro*

$d$  = *Diámetro*

$$p = \pi \cdot 45 \text{ cm}$$

$$p = 141.37 \text{ cm} \rightarrow 1.4137 \text{ m}$$

$$A_l = p \cdot h$$

*Donde:*

$h$  = *altura cilindro (0.85m)*

$A_l$  = *Área lateral del cilindro*

$$A_l = 1.20 \text{ m}^2$$

✓ *Fuerza que se produce sobre la superficie de la presión que ejerce la papa*

$$F_N = P \cdot A_l$$

*Donde:*

$F_N$  = *Fuerza normal*

$$F_N = 340.6 * 1.20$$

$$F_N = 408.7 \text{ N}$$



✓ *Fuerza de rozamiento total de la papa*

Según Bartra Mario, el coeficiente de fricción entre la papa y el grano abrasivo es 0.75.

$$F_r = \mu \cdot F_N$$
$$F_r = 0.75(408.7 \text{ N})$$
$$F_r = 306.52 \text{ N}$$

✓ *Cálculo de la potencia del motor*

Según Pinos (2011, pág. 59) La velocidad angular a la giran este tipo de máquinas es 250 rpm.  
Para conocer la potencia del motor primero calculamos el torque del motor.

$$T_m = F_r \cdot r$$

Donde:

$T_m = \text{Torque del motor (Nm)}$

$Pot = \text{Potencia (Kw)}$

$\omega = \text{Velocidad angular}$

$r = \text{Radio (m)}$

$$T_m = 306.52 \text{ N} \cdot 0.225 \text{ m}$$

$$T_m = 68.96 \text{ Nm}$$

$$Pot = \frac{T_m \cdot \omega \cdot 2\pi}{60000}$$

$$Pot = 1.80 \text{ Kw}$$

$$Pot = 2 \text{ Hp}$$

Para determinar la potencia total se divide con el rendimiento de la máquina, considerando una eficiencia nominal de 98%, del equipo especificado.

$$P_t = \frac{2 \text{ hp}}{0.98}$$
$$P_t = 2.04 \text{ hp}$$

### 3.3.9.4. Rebanadora

- ✓ *Cálculo de la cantidad de papa china a rebanar diariamente.*

En la operación de pelado el rendimiento es de 92.66 % según los cálculos del balance de masa.

$$m_{pelado} = m_{pp} \cdot 0.9266$$

$$m_{pelado} = 58.4 \text{ kg} \cdot 0.9266$$

$$m_{pelado} = 54.11 \text{ kg}$$

- ✓ *Diseño del disco de porta cuchillas*

**Tabla 3-24:** Datos para el dimensionamiento de la rebanadora

<i>Parámetro</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidades</i>
$\Phi_p$	Diámetro máximo de la pulpa de la papa	0.0716	m
$\omega_r$	Velocidad de operación mínima de una maquinarebanadora de papas	450	rpm
$F_c$	Fuerza de corte para la papa	19.61	Kgm/s <sup>2</sup>

Realizado por: Lozano L. (2024)

- ✓ *Cálculo del diámetro del orificio en entrada de la papa a la rebanadora*

Para realizar el cálculo del diámetro del orificio de entrada de la materia prima se asume un factor de seguridad del 15% por posibles unidades de papas de mayor diámetro.

$$\Phi_{orificio} = \Phi_p + (\Phi_p \cdot 0.15)$$

$$\Phi_{orificio} = 0.0716m + (0.0716m \cdot 0.15)$$

$$\Phi_{orificio} = 0.082 \text{ m}$$

- ✓ *Cálculo del diámetro del disco de porta cuchillas*

Para el dimensionamiento del disco porta cuchillas se necesita conocer la fuerza de corte de la papa, la capacidad, y su configuración geométrica.

Según el diseño mecánico el disco tendrá un diámetro de 0.34m por que contiene dos cuchillas de 100mm debido a la longitud máxima de la papa a procesar. En cada orificio de entrada debe existir

una separación de 0.05cm y los bordes respecto a las cuchillas es de 1cm.

$$\Phi_{disco} = 0.34m$$

Para el diseño del disco porta cuchillas se necesita la fuerza total de corte.

✓ *Cálculo de la fuerza total de corte*

$$F_{tc} = F_c \cdot N_p$$

$F_{tc}$  = Fuerza total de corte

$F_c$  = Fuerza de corte

$N_p$  = Número de papas

$$F_{tc} = 19.61 \frac{kg \ m}{s^2} * 6$$

$$F_{tc} = 117.66 \frac{kg \ m}{s^2}$$

✓ *Cálculo del torque que actúa en el disco*

$$T_D = F_{tc} * \frac{\Phi_{disco}}{2}$$

$T_D$  = Torque que actúa en el disco

$$T_D = 117.66 \frac{kg \ m}{s^2} * \frac{0.34m}{2}$$

$$T_D = 20 \frac{kg * m^2}{s^2}$$

✓ *Cálculo de la potencia requerida por el motor*

$$P = T_D \cdot \omega_r$$

$$P = 942.4 \ W$$

$$P = 942.4W * \frac{1hp}{745.7W}$$

$$P = 1.26 \ Hp$$

La rebanadora se solicitará al fabricante con cuchillas regulables para diferentes grosores que tengan un rango desde 0.1 cm a 3cm.

### 3.3.9.5. *Tanque de lavado*

En el tanque de lavado se realizará una limpieza por inmersión de las papas peladas y las rodajas del snack destinados a la línea de producción. La recepción de la materia prima se realiza manualmente en un tanque de alimentación de la microempresa con capacidad para 100 kg. El tanque de lavado se usará para lavar las rodajas de la papa, ya que la materia prima adquirida ya viene lavada.

#### ✓ *Cálculo de la densidad de la papa china*

Con ayuda de la balanza determinaremos la masa del cuerpo y el volumen medimos por el aumento de agua al introducir la papa china en una probeta graduada.

$$m_{papa\ china} = 103.64g$$

$$Vol = 100\ ml$$

$$\rho_{papa\ china} = 1.04\ g/ml$$

#### ✓ *Cálculo del volumen a ocupar por la papa en el tanque*

En la etapa de rebanado se tiene un 87.33% de rendimiento de la materia prima, la masa

$$V_p = \frac{m_{capacidad}}{\rho_{tuberculo}}$$

$$m_{capacidad} = 54.11\ kg \cdot 0.8733$$

$$V_p = \frac{47.25\ kg}{1.04\ kg/L}$$

$$V_p = 45.43\ l \rightarrow 0.045\ m^3$$

#### ✓ *Cálculo del volumen a ocupar por el agua en el tanque*

Asumiendo que la cantidad de agua que se ocupa en el lavado es igual a la cantidad de materia prima a lavar, se tiene:

$$V_a = \frac{m_{agua}}{\rho_{agua\ 25^\circ C}}$$

$$V_a = \frac{47.25\ kg}{997\ \frac{kg}{m^3}}$$

$$V_a = 0.047\ m^3$$

✓ *Cálculo del volumen total del tanque de lavado*

Para determinar el volumen total se considera un factor de sobredimensionamiento del 15%.

$$V_t = (V_p + V_a) + [(V_p + V_a) \cdot f_s]$$

$$V_t = (0.045m^3 + 0.047m^3) + [(0.045m^3 + 0.047m^3) \cdot 0.15]$$

$$V_t = 0.11m^3$$

✓ *Cálculo de la longitud del tanque de lavado*

La altura del área de trabajo debe estar en el mismo nivel que los codos del trabajador en 90° al realizar tareas en posición bípeda. Según la NTE INEN 1641 recomienda una altura de 1.05m, por lo tanto, se considera un tanque de lavado de  $h_t = 0.65m$  profundidad, con patas de soporte de 0.40 m y un ancho de  $\alpha_t = 0.65 m$ , una distancia prudente para cuando el operador estire su brazo abarque el espacio de la mesa sin cambiar de puesto.

$$l_t = \frac{V_t}{h_t \cdot \alpha_t}$$
$$l_t = \frac{0.11m^3}{0.65m \cdot 0.65m}$$
$$l_t = 0.26 m$$

3.3.9.6. *Freidora industrial a vapor*

Debido al sistema de intercambio de calor que posee la freidora de vapor asegura el calentamiento rápido del aceite, evitando que se sobrecaliente y se torne rancio. La calefacción por calor permite que la freidora esta lista para usarlo en pocos segundos y al apagar el suministro de vapor el aceite puede ser enfriado rápidamente.

La freidora tipo marmita es un tanque que posee dos cámaras: una interna y otra externa. La interna es de fritura y la externa es de calefacción o chaqueta.

**Tabla 3-25:** Datos para el dimensionamiento de la freidora

<i>Descripción</i>	<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidades</i>
Masa de papa pelada y rebanada a procesar.	$m_{pr}$	47.25	kg
Volumen de aceite que ingresa a la freidora	$V_a$	300	l

Realizado por: Lozano L. (2024)

- ✓ *Cálculo de la densidad de la papa pelada*

$$\rho_{ppelada} = \frac{103.64g}{100 ml}$$

$$\rho_{ppelada} = 1040 \frac{kg}{m^3}$$

- ✓ *Cálculo del volumen de la papa a freír*

Se prevé freír 60kg/día de papa rebanada, en lotes de 20 kg.

$$v_p = \frac{m_p}{\rho}$$

$$v_p = \frac{20 kg}{1040 \frac{kg}{m^3}}$$

$$v_p = 0.019 m^3$$

- ✓ *Cálculo del volumen de alimentación a la freidora*

$$V_f = V_p + V_a$$

$$V_f = 0.019 m^3 + 0.3 m^3$$

$$V_f = 0.319 m^3$$

- ✓ *Cálculo del volumen de la cámara de fritura*

$$V_{cf} = V_f + (V_f \cdot f_s)$$

$$V_{cf} = 0.319 m^3 + (0.319 m^3 \cdot 0.15)$$

$$V_{cf} = 0.3668 m^3$$

- ✓ *Cálculo del diámetro interno de la cámara de fritura*

$$\phi_{cf} = \sqrt[3]{\frac{4 * V_{cf}}{\pi}}$$

$$\Phi_{cf} = \sqrt[3]{\frac{4 * 0.3668m^3}{\pi}}$$

$$\Phi_{cf} = 0.7758 m$$

✓ *Cálculo de la altura de la cámara de fritura*

$$h_{cf} = \frac{V_{cf}}{\pi * \left(\frac{\Phi_{cf}}{2}\right)^2}$$

$$h_{cf} = 0.7759 m$$

✓ *Cálculo de la altura total de la cámara de fritura*

$$h_{tcf} = h_{cf} + (h_{cf} \cdot f_s)$$

$$h_{tcf} = 0.7759m + (0.7759m \cdot 0.15)h_{tcf} = 0.89 m$$

✓ *Cálculo del espacio de la chaqueta*

La cámara de fritura está rodeada por una chaqueta por donde circula el vapor que calienta el aceite, se considerará 1/10 del diámetro de la cámara para la separación de la chaqueta.

1

$$E_{cf} = \frac{1}{10} \cdot \Phi_{cf}$$

1

$$E_{cf} = \frac{1}{10} \cdot 0.7758 m$$

$$E_{cf} = 0.07758m$$

✓ *Cálculo del diámetro total de la chaqueta*

$$\Phi_{chaq} = (E_{cf} \cdot 2) + \Phi_{cf}$$

$$\Phi_{chaq} = (0.07758m \cdot 2) + 0.7758m$$

$$\Phi_{chaq} = 0.93 m$$

✓ *Cálculo de la altura total de la chaqueta*

$$h_{chaq} = (E_{cf} \cdot 2) + h_{cf} \quad h_{chaq} = (0.07758 \cdot 2) + 0.7759$$
$$h_{chaq} = 2.33 \text{ m}$$

3.3.9.7. *Mesa de enfriamiento*

✓ *Cálculo del volumen de snacks fritos en cada lote*

El rendimiento en la etapa de fritura es de 95% según los balances de masa realizados. Para determinar el volumen de snacks de cada lote, realizamos el producto del volumen del lote que ingresa a la freidora por el rendimiento de la etapa.

$$v_{snacks} = v_p \cdot 0.95$$
$$v_{snacks} = 0.019 \text{ m}^3 \cdot 0.95$$
$$v_{snacks} = 0.018 \text{ m}^3$$

✓ *Cálculo del volumen de la mesa de enfriamiento*

Tras la cocción, los chips de papa china deben alcanzar la temperatura ambiente para pasar a la siguiente etapa del proceso, para lo que se calcula una mesa de enfriamiento, donde se esparcirán los chips fritos considerando un factor de sobredimensionamiento del 100%.

$$v_{me} = v_{snacks} + (v_{snacks} \cdot 1)$$
$$v_{me} = 0.018 + (0.018 \cdot 1)$$
$$v_{me} = 0.036 \text{ m}^3$$

✓ *Cálculo de la longitud de la mesa de enfriamiento*

El ancho de la mesa de enfriamiento de 0.65 m y un alto de cajón de 0.10 m, la longitud sería:

$$l_{me} = \frac{v_{me}}{h_{me} \cdot \alpha_{me}}$$
$$l_{me} = \frac{0.036 \text{ m}^3}{0.10 \text{ m} \cdot 0.65 \text{ m}}$$
$$l_{me} = 0.55 \text{ m}$$



### 3.3.9.8. Caldera generador de vapor

#### ✓ Cálculo del calor requerido por la freidora

El calor que necesita la freidora para alcanzar los 185°C para la cocción.

$$Q_f = m_p \cdot C_p \cdot (T_1 - T_2)$$
$$Q_f = 54.11 \text{ kg} \cdot 3.4578 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot (185 - 25)^\circ\text{C}$$
$$Q_f = 29936.25 \text{ kJ}$$

#### ✓ Cálculo del tiempo de operación de la caldera

Para calcular el tiempo de operación de la caldera, se calcula el tiempo de freído por cada lote de 20kg, 140 segundos, en total se freira 3 lotes. El tiempo total de freído es 420 segundos. Se consideran los tiempos muertos de entrada y salida de las rebanadas a la freidora, por tanto, se prevé que la caldera este encendida por 20 minutos, el doble del tiempo que toma la etapa de cocción.

#### ✓ Cálculo de la potencia de la Caldera

$$P_c = \frac{Q_f}{\text{tiempo}}$$
$$P_c = 29936.25 \frac{\text{kJ}}{\text{h}} * \frac{1\text{KW}}{3600 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}}$$
$$P_c = 8.31 \text{ KW}$$

Se multiplica el cálculo de la potencia de la caldera por un factor de seguridad para obtener a potencia real que necesita la caldera, según bibliografía para calderos pequeños se utiliza un factor de seguridad de 1.2.

$$P_{cldera} = P_c \cdot F_s$$
$$P_{cldera} = 8.31\text{KW} \cdot 1.2$$
$$P_{cldera} = 10 \text{ KW}$$

### 3.4. Resultado del dimensionamiento de los equipos.

**Tabla 3-26:** Resultados del dimensionamiento de los equipos

<b>BANDA TRANSPORTADORA</b>		
<i>Dimensiones</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
Ancho de la banda	0.4	m
Longitud de la banda	1.4	m
Diámetro del rodillo	63.5	mm
Potencia requerida	0.012	hp
Material de la banda	Uretano	
<b>TANQUE DE LAVADO</b>		
Volumen	0.11	$m^3$
Alto	0.26	m
<b>PELADORA DE PAPAS</b>		
Volumen del cilindro	0.058	$m^3$
Área lateral del cilindro	0.7	$m^2$
Potencia	1.2	hp
<b>REBANADORA DE PAPAS</b>		
Diámetro de orificio	0.082	m
Potencia del motor	1.26	hp
<b>FREIDORA INDUSTRIAL</b>		
Volumen de freidora	0.39	$m^3$
Altura de cámara de freído	0.89	m
Altura de la chaqueta	2.33	m
Diámetro de la chaqueta	0.93	m
<b>MESA DE ENFRIAMIENTO</b>		
Volumen de la mesa de enfriamiento	0.036	$m^3$
Largo de mesa enfriamiento	0.55	m
Altura de la mesa enfriamiento	0.1	m
Ancho de mesa enfriamiento	0.65	m
<b>CALDERO</b>		
Calor requerido por la freidora	29936.25	kJ
Potencia	10	KW

Realizado por: Lozano L. (2024)

### 3.5. Análisis Costo-Beneficio del proyecto

A continuación, se detallará el presupuesto del proyecto y el tiempo en que se recuperará la inversión para confirmar la viabilidad del proyecto.

#### 3.5.1. Inversión fija

Para determinar el valor de los equipos que necesita la microempresa KIPA ALIMENTOS DEL SOL, se realiza el presupuesto de los equipos que necesita adquirir la microempresa.

**Tabla 3-27:** Costo de los equipos necesarios para la producción del snack de papa china

<i>Equipo</i>	<i>Cant.</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Valor total</i>
Banda transportadora	1	\$ 1200	\$ 1200
Peladora	1	\$ 1900	\$ 1900
Rebanadora	1	\$ 2500	\$ 2500
Mesa metálica de enfriamiento	2	\$ 850	\$ 1700
Freidora Industrial	1	\$ 2300	\$ 2300
Tanque de lavado	2	\$ 1200	\$ 2400
Caldero	1	\$ 5400	\$ 5400
TOTAL		\$ 15 350	\$ 17 400

Realizado por: Lozano L. (2024)

**Tabla 3-28:** Costos de los instrumentos para determinar la calidad del producto.

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Valor unitario</i>	<i>Total \$</i>
Pie de rey	2	\$ 20.00	\$ 40.00
Báscula industrial	2	\$ 325.00	\$ 650.00
Medidor de peróxidos	1	\$ 1000.00	\$1000.00
Material de vidrio para toma de muestras	8	\$ 190.00	\$1520.00
TOTAL		\$ 1535.00	\$ 3210.00

Realizado por: Lozano L. (2024)

#### 3.5.2. Presupuesto de gastos de producción

Para el cálculo del presupuesto se realizó la producción del snack considerando 20 días laborables al mes.

**Tabla 3-29:** Costos de la materia prima e insumos

<i>Materia</i>	<i>Unidades</i>	<i>Costo unitario \$</i>	<i>Cant</i>	<i>Costo día \$</i>	<i>Costo mensual</i>	<i>Costo Anual</i>
Papa china	kg	0.50	66	\$ 33	\$ 660.00	\$ 7920.00
Aceite	L	1.50	3	\$ 4.5	\$ 90.00	\$ 1080.00
Sal	kg	0.70	1	\$ 0.70	\$ 14.00	\$ 168.00
Especies	g	0.15	25	\$ 3.75	\$ 75.00	\$ 900.00
Empaques(fundas)	-	0.15	500	\$ 75	\$ 1500.00	\$ 18000.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 116.95</b>	<b>\$ 2339</b>	<b>\$ 28068</b>

Realizado por: Lozano L. (2024)

**Tabla 3-30:** Presupuesto de la mano de obra

<b>Personal</b>	<b>Cant</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo Mensual</b>	<b>Costo Anual</b>
Técnico	1	\$ 700.00	\$ 700.00	\$ 8400.00
Operador	2	\$ 460.00	\$ 920.00	\$ 11040.00
			\$ 1620.00	\$ 19440.00

Realizado por: Lozano L. (2024)

**Tabla 3-31:** Costos de los Servicios Básicos

<b>Servicio</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo Anual</b>
Agua potable	\$ 35.00	\$ 420.00
Electricidad (220V)	\$ 50.00	\$ 600.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 85.00</b>	<b>\$ 1020.00</b>

Realizado por: Lozano L. (2024)

**Tabla 3-32:** Costo de los análisis de laboratorio

<i>Tipo de Análisis</i>	<i>Costo Total \$</i>
Análisis Fisicoquímico de la papa china	\$ 300.00
Análisis físico químico del snack de papa china	\$ 130.00
Análisis microbiológico del snack de papa china	\$ 90.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$520.00</b>

Realizado por: Lozano L. (2024)

**Tabla 3-33:** Resumen de los gastos generados en la producción del snack.

Presupuestos	Costo total \$
<b>Inversión Fija</b>	
Presupuesto para los equipos	\$ 17400
Presupuesto para instrumentos	\$ 3210
TOTAL	\$ 20610
<b>Egresos Anuales</b>	
Presupuesto para materia prima e insumos	\$ 28068
Presupuesto de Mano de Obra	\$ 19440
Presupuesto de Servicios Básicos	\$ 1020
Presupuesto de Análisis de laboratorio	\$ 520
TOTAL	\$ 49 048

Realizado por: Lozano L. (2024)

### 3.5.3. Costos totales de Inversión fija y Egresos

Para los costos de inversión fija y los egresos anuales calculados se contará con un 5% del monto generado, esto, en caso de existir inconvenientes o complicaciones que afecten de forma directa al proceso.

**Tabla 3-34:** Costos totales producción

Descripción	Valor
Inversión fija	\$ 20610.00
Inversión fija +5% imprevistos	\$ 21640.50
Egresos anuales	\$49048.00
Egresos anuales+5% imprevistos	\$ 51500.40

Realizado por: Lozano L. (2024)

### 3.5.4. Costo de elaboración del producto

Se calculará la producción por unidades de 30g con una utilidad del 20%.

✓ Costo de producción por unidad de 30g

$$CP = \frac{\text{Inversión fija} + \text{egresos anuales}}{\text{Número de unidades producidas}}$$

$$CP = \$ 0.58$$

✓ *Cálculo del costo de venta al público*

$$pvp = CP * \left(\frac{100}{100 - 20}\right)$$

$$pvp = \$ 0.70$$

**Tabla 3-35:** Ingresos Anuales

<i>Cantidad Snack(kg)</i>	<i>Cantidad por bolsa (g)</i>	<i>Cantidad de producción</i>	<i>Costo unitario Snack (\$)</i>	<i>Total Ingresos diarios</i>
15	30	500	0.70	\$ 350
			TOTAL,ANUAL	\$ 84 000

Realizado por: Lozano L. (2024)

### 3.5.5. *Proyección de ganancias anuales*

**Tabla 3-36:** Ganancias Anuales

<b>Descripción</b>	<b>Flujo Caja Anual (\$)</b>
Ingresos	\$ 84 000
Egresos	\$ 51 500.40
Ganancia	\$ 34 499.60

Realizado por: Lozano L. (2024)

### 3.6. **Cálculo del TIR y VAN**

□ *Valor Actual neto (VAN)*

Para determinar la factibilidad del proyecto se realiza el cálculo del valor actual neto, que permite conocer cuánto se ganará o perderá en el proyecto. El valor de VAN se lo analiza mediante los siguientes criterios:

- **VAN>0** = El proyecto de inversión generará beneficios
- **VAN=0** =El proyecto de inversión no generará beneficios
- **VAN<0** =El proyecto de inversión generará pérdidas

**Tabla 3-37:** Cálculo del VAN

Período inicial	Inversión Inicial			
0	(\$) 73 140.90			
Período (años) $j$	Ingreso	Egreso	Flujo Caja $F_j$	$\frac{F_j}{(1+i)^j}$
1	\$ 84 000	\$ 51 500.40	\$ 32 499.60	28 260.5217
2	\$ 84 000	\$ 51 500.40	\$ 32 499.60	24 574.3667
3	\$ 84 000	\$ 51 500.40	\$ 32 499.60	21 369.0145
4	\$ 84 000	\$ 51 500.40	\$ 32 499.60	18 581.7518
5	\$ 84 000	\$ 51 500.40	\$ 32 499.60	16 158.045
	$i = 10\%$	$VAN = -Inv + \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+i)^j}$		108 943.7 <b>50058.15</b>

Realizado por: Lozano L. (2024)

□ *Tasa Interna de Retorno (TIR)*

La tasa interna de retorno es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión, el porcentaje que representa el beneficio o pérdida de una inversión mediante el análisis de cantidades que no se han retirado del proyecto. TIR es el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea cero. El análisis del TIR se realiza mediante estos criterios:

- $TIR > i$  = El proyecto de inversión es aceptado
- $TIR = i$  = El proyecto de inversión es indiferente
- $TIR < i$  = El proyecto de inversión es rechazado

**Tabla 3-38:** Cálculo de la Tasa Interna de Retorno

<i>Tasa de descuento (%)</i>	$VAN = 0 = -Inv + \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+TIR)^j}$
10	<b>50058.15</b>
TIR	34%

Realizado por: Lozano L. (2024)

□ *Período de recuperación de la inversión*

**Tabla 3-39:** Cálculo del período de recuperación

<i>Período (años)</i>	<i>Flujo de caja</i>	<i>Flujo acumulado</i>
0	-73140.9	-73140.9
1	32499.6	-40641.3
2	32499.6	-8141.7
3	32499.6	24357.9
4	32499.6	56857.5

Realizado por: Lozano L. (2024)

Se utilizó la siguiente ecuación para calcular el tiempo en que se recuperará la inversión inicial.

$$PDR = \frac{\text{Último período acumulado negativo} + |\text{último flujo acumulado negativo}|}{\text{flujo de caja del año siguiente}}$$

$$PDR = 2.25 \rightarrow 2 \text{ años } 3 \text{ meses.}$$



## CAPITULO IV

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Análisis de los resultados de la caracterización de la materia prima.

**Tabla 4-1:** Resultados de la composición proximal del tubérculo de papa china

PRUEBA	CONTENIDO EN %	MÉTODO/NORMA
Contenido de humedad	69.19	AOAC 950.46A
Contenido de grasa	3.59	AOAC 996.06A
Contenido de cenizas	1.70	AOAC 923.03A
Contenido de proteínas	3.61	AOAC 984.13A
Contenido de fibras	0.54	AOAC 945.13A
Contenido libre de nitrógeno	25.64	

Realizado por: Lozano L. (2024)

El proceso de elaboración del snack de papa china empieza con la selección de la materia prima, por ello se realiza la caracterización fisicoquímica del tubérculo para garantizar la calidad del producto. Los resultados están expresados en la *tabla 4.1* con el respectivo método o norma adecuada a cada parámetro. Se realizó los análisis de la composición proximal de la materia prima cumpliendo los requisitos de la norma INEN 1516 descritos en la *Tabla 3-13* y *Tabla 3- 14*, en la cual se seleccionó la materia prima de primera categoría.

#### 4.2. Análisis de los resultados de los requisitos bromatológicos y microbiológicos del snack de papa china

**Tabla 4-2:** Resultados de los requisitos Bromatológicos del snack de papa china

Requisito	Máximo	Método de Ensayo	Resultado
Humedad	5	NTE INEN 518	4.90 %
Grasa	40	NTE INEN 523	33
Índice de Peróxidos meq O <sub>2</sub> /kg (en la grasa extraída)	10	NTE INEN 277	9.8

Realizado por: Lozano L. (2024)

Los snacks obtenidos mediante este proceso fueron sometidos a análisis para la validación del producto, los resultados descritos en la *tabla 4-2* cumplen con la Normativa Técnica Ecuatoriana

2561:2010: Requisitos que deben cumplir los bocaditos de productos vegetales fritos, los requisitos bromatológicos, obteniendo un % Humedad menor al máximo establecido por la norma, el % grasa es menor al máximo de 40 y el Índice de peróxidos está dentro de la norma por debajo del límite máximo.

**Tabla 4-3:** Resultados de los requisitos Microbiológicos del snack de papa china

<b>Requisito</b>	<b>Método de ensayo</b>	<b>Rango</b>		<b>Resultado</b>
		<b><i>m</i></b>	<b><i>M</i></b>	
Recuento estándar en placa, ufc/g	NTE INEN 1529-5	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	7.4x10 <sup>2</sup>
Mohos ufc/g	NTE INEN 1529-10	10	10 <sup>2</sup>	<10
E coli ufc/g	NTE INEN 1529-7	<10	-	<10

Realizado por: Lozano L. (2024)

Donde:

*m* = índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad

*M* = índice máximo permisible para identificar nivel de calidad aceptable

El análisis de los requisitos microbiológicos del producto se realizó en un laboratorio externo, de Calidad de Agua. Los resultados que describe la *Tabla 4-3* indicaron la calidad del producto debido a que todos los parámetros a evaluar se encuentran dentro de la norma NTE INEN 2561:2010.

### 4.3. Análisis de los resultados del diseño del proceso

**Tabla 4-4:** Resultados del diseño del proceso

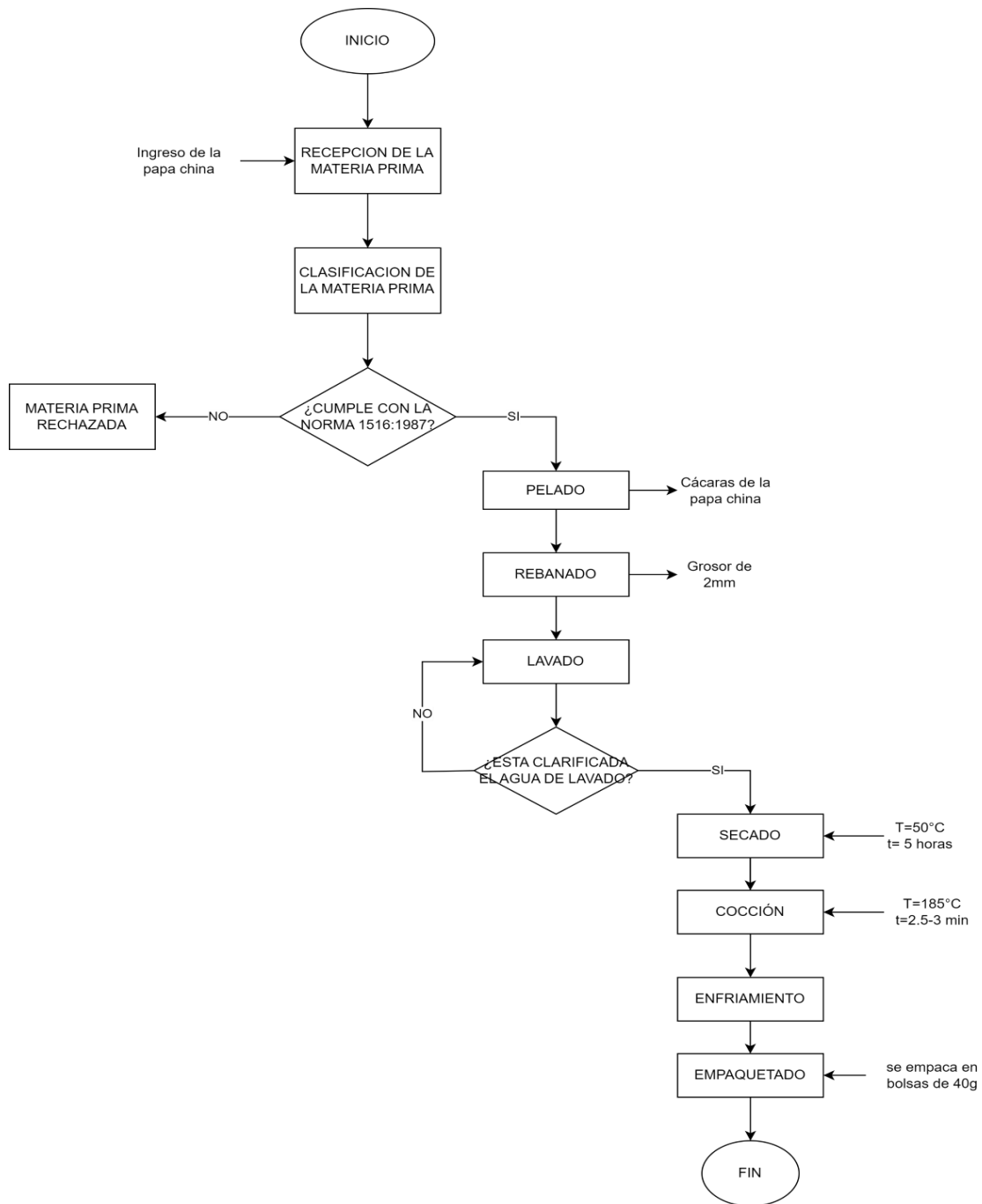
<b>Producto</b>	<b>Tipo cocción</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Grosor rebanado</b>	<b>Sabor</b>	<b>Tiempo cocción</b>
Snack papa china	Frito	185°C	2mm	Orégano	140 s

Realizado por: Lozano L. (2024)

La selección de la temperatura en la etapa de fritura se realizó considerando una temperatura elevada, debido a que así será menor la absorción de grasa por el snack, lo que nos permitirá evitar pérdidas de aceite.

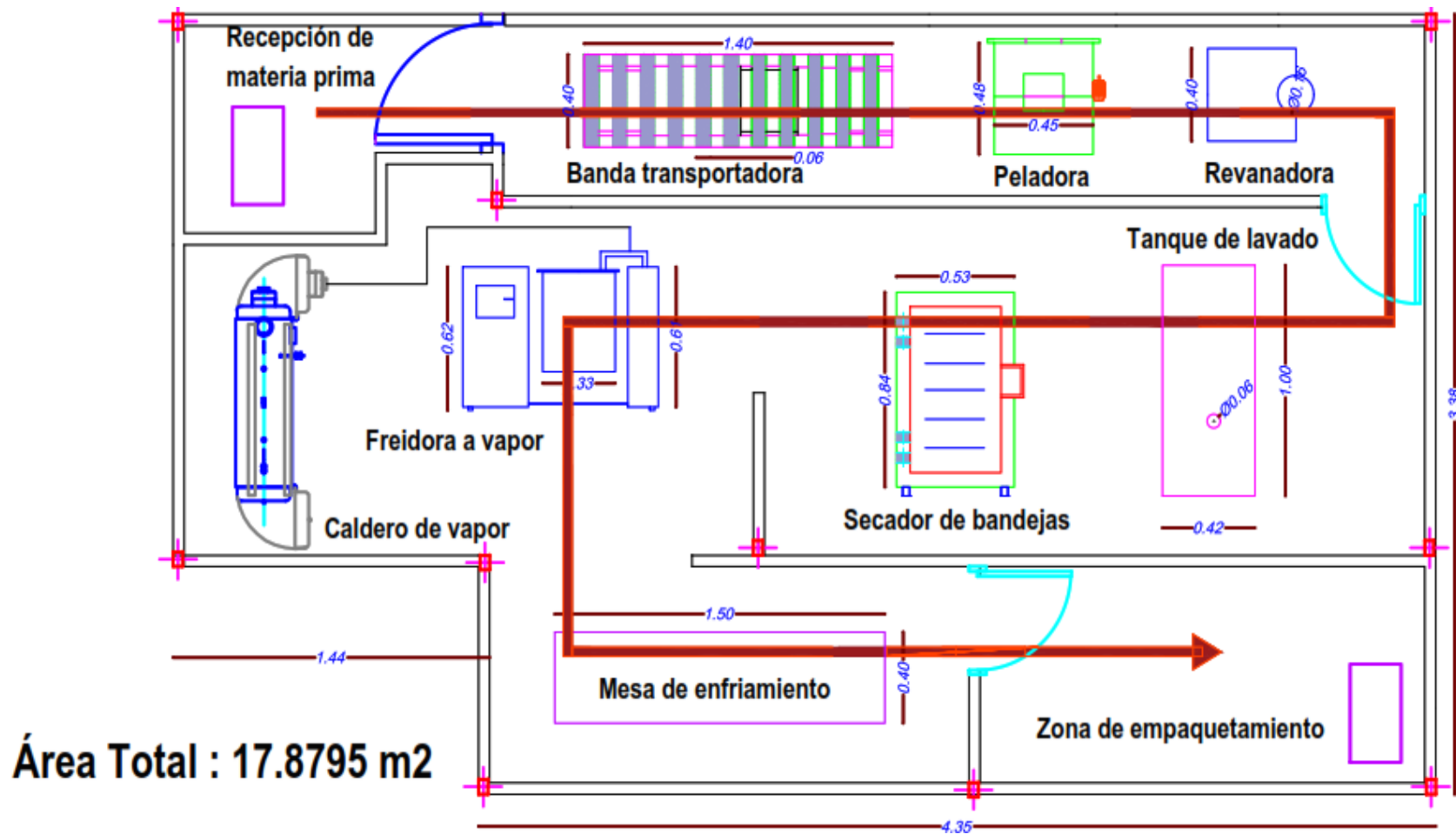
De acuerdo con los resultados de la tabla 4-2 el diseño del proceso en la elaboración del snack se escogió el grosor de las rebanadas de 2mm, con el sabor de orégano a una temperatura de 185°C por un tiempo de 140 segundos.

Se diseñó el diagrama de flujo del proceso que se muestra en la *Ilustración 4-1*, donde se puede observar las etapas del proceso con las condiciones en cada operación.



**Ilustración 4-1:** Diagrama de flujo del proceso general

Realizado por: Lozano L. (2024)



**Área Total : 17.8795 m<sup>2</sup>**

**Ilustración 4-2:** Layout del proceso de Elaboración del snack de papa china  
 Realizado por: Lozano L. (2024)

Se realizó el Layout del proceso con los valores obtenidos en el dimensionamiento de los equipos, teniendo un área total de  $17.87 m^2$ , verificando así el espacio necesario para el proceso con el cual si cuenta la microempresa KIPA ALIMENTOS DEL SOL S.A.

#### 4.4. Análisis de los resultados del dimensionamiento de los equipos.

Se muestran en la *Tabla 4-5* los resultados del dimensionamiento de los equipos necesarios para la obtención del snack de papa china. El material de los equipos será de Acero Inoxidable AISI 304, que es el óptimo para el procesamiento de los alimentos, debido a su mayor porcentaje de vida útil y su resistencia a la corrosión.

**Tabla 4-5:** Resultados del dimensionamiento de los equipos

<i>Equipo</i>	<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
Banda transportadora	Largo	1.4	m
	Ancho	0.4	m
	Potencia	0.012	hp
	Diámetro rodillo	63.5	mm
Tanque de lavado	Longitud	0.26	m
	Ancho	0.65	m
	Altura	0.65	m
	Volumen	0.11	$m^3$
Peladora	Área lateral cilindro	0.71	$m^2$
	Volumen del cilindro	0.058	$m^3$
	Potencia del motor	1.2	hp
Rebanadora	Diámetro orificio	0.082	m
	Potencia	1.26	hp
a Industrial avapor	Volumen de cámara de fritura	0.39	$m^3$
	Altura cámara fritura	0.89	m
	Diámetro de la cámara de fritura	0.77	m
	Altura de la chaqueta	2.33	m
	Diámetro de la chaqueta	0.93	m
Mesa de enfriamiento	Volumen	0.036	$m^3$
	Longitud	0.55	m
	Ancho	0.65	m
	Altura del cajón	0.1	m

Caldero	Calor requerido	29936.25	kJ
	Potencia	10	kW

Realizado por: Lozano L. (2024)

El correcto dimensionamiento de los equipos es fundamental para cumplir con los flujos del proceso, así se podrá poner en marcha el diseño del proceso elaborado, ya que la capacidad de los equipos permitirá cumplir con los flujos de producción calculados. Si el equipo es pequeño no se podrá cumplir con la producción esperada y, si aumenta la demanda, estos equipos serán inútiles tras unos meses y, al contrario, cuando los equipos son muy grandes, se desperdiciarían recursos económicos en el mantenimiento de las maquinas que no se aprovechan de acuerdo con su capacidad.

#### **4.5. Análisis de los resultados costo-beneficio**

Mediante los resultados obtenidos de los indicadores financieros como TIR, VAN Y PDR se establece que el proyecto de inversión para la producción de un snack a base de papa china resulta viable y factible, dado que el valor del VAN es mayor a cero, por tanto, el proyecto de inversión generara beneficios, la TIR tuvo un resultado del 70% mayor al porcentaje de tasa de interés  $i=10\%$ , por consiguiente, se acepta el proyecto de inversión. Finalmente se realizó los cálculos para conocer el valor de PDR que determinó que la recuperación de la inversión fija es de 1 año 3 meses. El diseño del proceso para la elaboración de un snack de papa china resultaser factible desde el punto de vista técnico-económico.

## CONCLUSIONES

- Se estableció el diseño de un proceso industrial para la elaboración de un snack de papa china (*Colocasia Esculenta*), realizando los cálculos de ingeniería se determinaron los parámetros de diseño para el dimensionamiento de los equipos involucrados en el proceso.
- Se realizó la caracterización de la papa china de acuerdo con la NTE INEN 1516:1987 Primera Versión: Hortalizas frescas, en base a las técnicas descritas por AOAC (Official Methods of Analysis), arrojando como resultado un 69.19% contenido de Humedad; 3.59% contenido de grasa; 1.70% contenido de ceniza; 3.61% contenido de proteínas; 0.54% contenido de fibra y 25.64% contenido libre de nitrógeno.
- Se determinaron las variables y parámetros de diseño del proceso de producción del snack de papa china las cuales fueron: el grosor del rebanado que se estableció en 2mm, la temperatura de freído fue 185°C y el porcentaje de humedad <5% que deben tener los chips de papa china antes de la fritura para obtener un producto de calidad. El ensayo experimental se realizó tres veces para la obtención del snack obteniendo resultados similares entre sí, lo que nos ayudó a la comprobación en la realización del estudio.
- Se realizaron los cálculos ingenieriles para el dimensionamiento de los equipos involucrados en el proceso de producción, arrojando resultados de las dimensiones de los seis equipos que necesita la microempresa KIPA ALIMENTOS DEL SOL como son: la banda transportadora; el tanque de lavado; la peladora de papas; la rebanadora; mesa de enfriamiento y la freidora de vapor.
- Se realizó la validación técnica y económica del proyecto mediante el cumplimiento de los requisitos bromatológicos y microbiológicos exigidos por la norma NTE INEN 2561:2010, los resultados arrojados fueron los permisibles por la norma, garantizando un producto de calidad, inocuo y apto para el consumo humano. La validación técnica y económica se verificó mediante el cálculo del VAN que resultó positivo, es decir, el proyecto generará beneficios y un TIR de 34% el cual nos indica la aprobación del proyecto técnico.

## RECOMENDACIONES

- ◆ Utilizar el equipo de protección personal e insumos necesarios en este caso para evitar la contaminación del alimento se necesita usar cofia, guantes, mascarilla y agua potable.
- ◆ Lavar bien los equipos e instrumentos necesarios para la elaboración de la parte experimental del proceso.
- ◆ Seguir realizando investigaciones de tipo técnico en la creación de productos que contengan materia prima de producción ecuatoriana, sobre todo en la utilización de tubérculos para así fomentar el conocimiento y consumo de estos.
- ◆ Realizar un estudio de mercado para el lanzamiento del producto debido a que en la Sierra este tubérculo es muy poco conocido y mucho menos consumido por la población de Riobamba
- ◆ Fomentar al perfeccionamiento del proceso realizado, como incorporar distintos sabores con picante y sin picante, incluso se puede mezclar la materia prima con otro tipo de harina para mejorar las características organolépticas del producto final.
- ◆ Gestionar el mantenimiento preventivo de los equipos y maquinarias de la microempresa pudiendo así alargar la vida útil de los mismos, evitando pérdidas económicas por el mal manejo y mantenimiento, resultando en la adquisición de nuevos equipos.



## BIBLIOGRAFIA

1. ARECHUA PINO, K.F., 2019. *Valoración de los niveles de papa china (Colocasia esculenta) con niveles de garbanzo (Cicer arietinum) para obtener una croqueta tipo snack*. [en línea]. Facultad de Ciencias Pecuarias. Los Rios: Universidad Estatal de Quevedo. [consulta: 8 julio 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/cf36aef0-92de-4a98-a83e-d2b27b59efd1/content>.
2. BRAVO, J., SANJUÁN, N., MULET, A. y PEÑA, R., 2005. *Fritura de Alimentos* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 2 abril 2024]. Pág. 2. Disponible en: [https://docplayer.es/6675332-1-introduccion-1-1-fritura-de-alimentos-1-1-1-generalidades-introduccion.html#google\\_vignette](https://docplayer.es/6675332-1-introduccion-1-1-fritura-de-alimentos-1-1-1-generalidades-introduccion.html#google_vignette).
3. CABLEVEY, 2023. *Tecnologías y equipos en el procesamiento de snacks - Cablevey Conveyors*. [en línea]. Pág. 12. [consulta: 4 enero 2024]. Disponible en: <https://cablevey.com/es/tecnologias-y-equipos-en-procesamiento-snacks-foods/>.
4. CABRERA CABRERA, D.E. y CÁLIZ ALMEIDA, M.C., 2022. *Proyecto de Emprendimiento para la creación de una empresa dedicada a la producción, industrialización y comercialización de papa china en la Bonita, Sucumbios, Ecuador*. [en línea]. Carrera de Licenciatura en Contabilidad y Auditoría. Ibarra: Universidad Técnica del Norte. [consulta: 8 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12951/2/02%20ICA%201832%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>.
5. CASTRO HINOJOSA, G.A., 2022. *Caracterización de la harina de la papa china*. [en línea]. Riobamba: [consulta: 14 mayo 2024]. Págs. 7-8. Disponible en: <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/17480/1/27T00544.pdf>.
6. CATÁLOGO ROTRANS, [sin fecha]. *Catálogo Rotrans* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 11 marzo 2024]. Disponible en: <https://rotranssa.com/catalogos>.
7. CORRAL, Y., 2009. *Validez y Confiabilidad de los instrumentos de Investigación para la recolección de datos*. [en línea]. Caracas: [consulta: 18 septiembre 2023]. Disponible en: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/n33/art12.pdf>.
8. ESCOBAR MACHADO, J.A., GONZÁLEZ, J.E., HERRERA, B., LEMA, N.E., VILLACIS, J., REINOSO, M., CASCO, G. y VALAREZO, I., 2014. *Industrialización de la papa china Colocasia esculenta (L.) Schott con recubrimiento de chocolate en la provincia de Pastaza. Huellas del Sumaco, Revista socio ambiental de la Amazonia Ecuatoriana*. Pág. 19. [en línea], vol. 13, [consulta: 22 febrero 2024]. Disponible en: [https://www.uea.edu.ec/web/v1/wp-content/uploads/2018/07/vol\\_13\\_articulo\\_3.pdf](https://www.uea.edu.ec/web/v1/wp-content/uploads/2018/07/vol_13_articulo_3.pdf).
9. ESPINOZA, G., 2019. *Comportamiento térmico de la Colocasia Esculenta (Papa*

- China*) [en línea]. Cuenca: Universidad del Azuay. [consulta: 8 enero 2024]. Pág. 4. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8698/1/14357.pdf>.
10. GÓMEZ RENGIFO, K.A., 2014. *Obtención de chips de papa china (Colocasia esculenta) aplicando fritura al vacío*. [en línea]. Carrera de Ingeniería en Alimentos. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial. Pág. 3, 14. [consulta: 13 febrero 2024]. Disponible en: [https://www.academia.edu/75552853/Obtencion\\_De\\_Chips\\_De\\_Papa\\_China\\_Colocasia\\_Esculenta\\_Aplicando\\_Fritura\\_Al\\_Vacio](https://www.academia.edu/75552853/Obtencion_De_Chips_De_Papa_China_Colocasia_Esculenta_Aplicando_Fritura_Al_Vacio).
  11. HERNÁNDEZ BEDOYA, D.Y., 2014. *Evaluación tecnológica de snacks de papa (Solanum tuberosum L.) obtenidos mediante la aplicación combinada de ingeniería de matrices y fritura al vacío*. [en línea]. Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Pág. 12 [consulta: 8 diciembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/54899/43976995.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
  12. HIDALGO ROQUE, O.G., 2020. *Comportamiento morfofisiológico y productivo del cultivo de Papa china (Colocasia Esculenta (L.) Schott) con diferentes materiales de propagación en el Cantón Arosemena Tola (CIPCA)* [en línea]. Pág. 9. Ingeniería Agropecuaria. Puyo: Universidad Estatal Amazónica. [consulta: 4 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/622/T.AGROP.B.UEA.1142?sequence=1&isAllowed=y>.
  13. LUCAS A, J.C., QUINTERO C, V.D., NUÑEZ, L.C. y VASCO LEAL, J.F., 2011. Evaluación de los parámetros de calidad durante la fritura de rebanadas de papa criolla. *Scientia et Technica Año XVI* [en línea], vol. 48, [consulta: 5 enero 2024]. Pág. 300. ISSN 0122-1701. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84922622053.pdf>.
  14. MORA SUÁREZ, S.M., 2021. *Elaboración de Chips saludables como alimento funcional por medio de air fryer, a partir de los tubérculos de Tropaeolum tuberosum, Ullucus tuberosus y Oxalis tuberosa*. [en línea]. Bogotá, Colombia: [consulta: 25 mayo 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/48ea9d14-36da-4b26-852e-e8a8a786879e/content>.
  15. MORDOR INTELLIGENCE, 2023. *Tamaño del mercado de snack bar de América del Sur y análisis de acciones - Informe de investigación de la industria - Tendencias de crecimiento*. [en línea]. Pág. 2. Brasil: [consulta: 8 junio 2024]. Disponible en: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/south-america-snack-bar-market>.

16. MORETA FREIRE, J.B., 2023. *Determinación del perfil lipídico en harinas de papa china (Colocasia esculenta) y zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza) para establecer el contenido de ácidos grasos saturados e insaturados*. [en línea]. Carrera de Biotecnología. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. [consulta: 27 abril 2024]. Pág. 3. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37952/1/CBT%20042.pdf>.
17. MORQUECHO SALDAÑA, L.A., 2017. *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa de producción y comercialización de snack de papa china en la ciudad de Macas, cantón Morona, provincia de Morona Santiago, para el año 2017*. [en línea]. Pág. 2-9. Loja: Universidad Nacional de Loja. [consulta: 18 marzo 2024]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/19851/1/Luis%20Antonio%20Morquecho%20Salda%20ilovepdf-compressed.pdf>.
18. OCHOA HOLGUÍN, J.L., 2020b. *Comparación y caracterización del contenido graso y el comportamiento térmico de tubérculos fritos (Camote, Papa China, Fripapa)* [en línea]. Facultad de Ciencia y Tecnología. Cuenca: Universidad del Azuay. [consulta: 8 marzo 2024]. Pág. 13. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9672/1/15303.pdf>.
19. PACHECO BATALLAS, G.B., 2021. *Evaluación nutricional de hojuelas de papa china (Colocasia esculenta) enriquecido con quinua (Chenopodium quinoa)* Pág. 11-25 [en línea]. Milagro: Universidad Agraria del Ecuador. [consulta: 7 agosto 2023]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PACHECO%20BATALLAS%20GENESIS%20ELEN.pdf>.
20. PAZOS PROAÑO, G., 2017. *Desarrollo de un prototipo de snack crocante salado con tres tubérculos andinos*. [en línea]. Ingeniería Agroindustrial y de Alimentos. Quito: Universidad de las Americas. [consulta: 2 marzo 2024]. Disponible en: <https://dspace.udla.edu.ec/jspui/bitstream/33000/7497/1/UDLA-EC-TIAG-2017-18.pdf>.
21. PINEDA MORALES, N.E., 2021. *Efecto de tres fuentes y tres dosis de Potasio en el rendimiento de la papa china, cultivar «Blanca» (Colocasia esculenta L. schott) en la parroquia El Triunfo, provincia de Pastaza*. [en línea]. Maestría. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. [consulta: 14 mayo 2024]. Pág. 15. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32741/1/002%20Nutricion%20Vegetal%20Pineda%20Morales%20No%20Efra%20adn.pdf>.
22. PINOS SOLIS, W.P., 2011. *Estudio del sistema de pelado de papas para disminuir el tiempo de preparación de papas fritas en la empresa de comida rápida (Pillita)*. [en línea].

- Ambato: [consulta: 8 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1429/1/Tesis%20I.%20M.%20103%20-%20Pinos%20Sol%20c3%20ads%20William%20Patricio.pdf>.
23. POSLIGUA BRAN, R.Y., RAMOS YÉPEZ, L.M. y SUÁREZ REYES, H.M., [sin fecha]. *Proyecto de inversión para la elaboración y comercialización de un snack a base de papa china orgánica para el consumo en el mercado Guayaquileño*. [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 22 febrero 2024]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5701/5/D-38921.pdf>.
24. ROMERO MORÁN, A.K., 2018b. Análisis nutricional comparativo entre snacks de Malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) y papa china (*Colocasia esculenta*) mediante la fritura convencional. [en línea]. Pág. 17. Riobamba: [consulta: 17 febrero 2024]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4680/1/UNACH-EC-ING-AGRO-2018-0003.pdf>.
25. SUÁREZ, M., 2021. Revista Gestión | El ecuatoriano es un consumidor compulsivo de gaseosas y snacks. *Gestion Digita* [en línea]. 2021. [consulta: 4 enero 2024]. Disponible en: <https://revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/el-ecuatoriano-es-un-consumidor-compulsivo-de-gaseosas-y-snacks/>.
26. TUAPANTA DACTO, J.V., DUQUE VACA, M.A. y MENA REINOSO, A.P., 2017. Alfa de Cronbach para validar un cuestionario de uso de TIC en docentes universitarios. *mkt Descubre* [en línea], Pág. 41. [consulta: 8 abril 2024]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/234578641.pdf>.
27. VALDIVIEZO RODRÍGUEZ, N.Y., 2014. *Análisis del Tipo de aceite y tiempo de fritura en la vida útil del Snack de Malanga (Xanthosoma sagittifolium) procedente del Tena* [en línea]. Carrera de ingeniería en Alimentos. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. [consulta: 4 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8424/1/AL%20534.pdf>.
28. VALDIVIEZO RODRIGUEZ, N.Y., 2014. *Análisis del tipo de aceite y tiempo de fritura en la vida útil del snack de Malanga (Xanthosoma sagittifolium) procedente del Tena* [en línea]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. [consulta: 9 enero 2024]. Pág. 21. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8424/1/AL%20534.pdf>.
29. VICTORES MERA, J.C., 2016. *Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa elaboradora de snacks de papa china en la ciudad de Manta durante el año 2016* [en línea]. Manta: Univerddidad Laica «ELOY ALFARO» de Manabi . [consulta: 12 agosto 2023]. Pág. 18. Disponible en: <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/2777/1/ULEAM-IND-0033.pdf>.
30. ZAMBRANO, L., 2022. Los snacks recuperan ventas, pero se opta por los saludables.

*Expresso* [en línea]. [consulta: 4 enero 2024]. Disponible en:  
<https://www.expreso.ec/actualidad/economia/snacks-recuperan-ventas-opta-saludables-125178.html>.

**ANEXOS**

**ANEXO A: SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA**

a)



b)



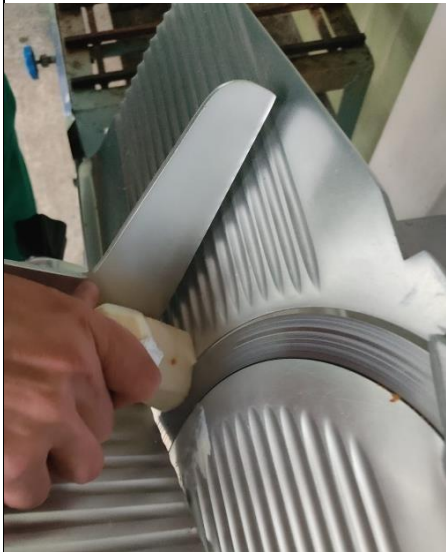
c)



<b>NOTAS:</b> a) Recepción de la materia prima b) Papa china de primera categoría c) Pelado de la materia prima	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</b>		<b>UPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>  ELABORADO POR: Lozano Lojano Lizbeth Mariuxi	<b>OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA</b>		
	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Información	<input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Por calificar		<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
				01	1:1	2024/03/03

**ANEXO B: PROCESO DE ELABORACION DEL SNACK**

d)



e)



f)



**NOTAS:**

- d) Rebanado de la papa china
- e) Lavado de los chips de papa china
- f) Secado de los chips de papa china

**CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:**

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Aprobado    | <input type="checkbox"/> Preliminar    |
| <input type="checkbox"/> Certificado | <input type="checkbox"/> Por aprobar   |
| <input type="checkbox"/> Información | <input type="checkbox"/> Por calificar |

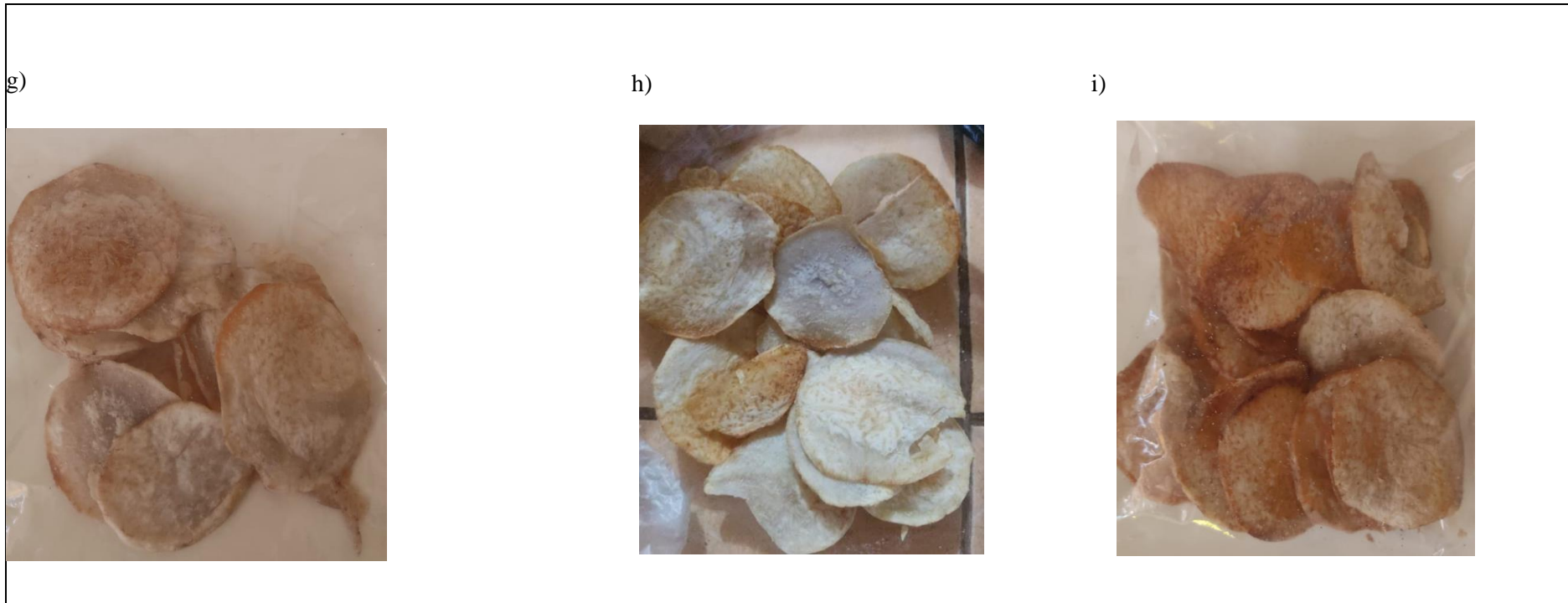
**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA DE  
INGENIERÍA QUÍMICA**

ELABORADO POR:  
Lozano Lojano Lizbeth Mariuxi

**OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA**

LÁMINA	ESCALA	FECHA
02	1:1	2024/03/03

**ANEXO C: PRESENTACION DE LOS SNACKS HORNEADOS DE DIFERENTE GROSOR**



<b>NOTAS:</b>		<b>UPERIOR POLITÉCNICA DECHIMBORAZO</b>	<b>OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA</b>		
g) Snack horneado de 2mm	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</b>	<b>FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA DE</b>	<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
h) Snack horneado de 2.5 mm	Aprobado	<b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	03	1:1	2024/03/03
i) Snack horneado de 3 mm	Certificado	ELABORADO POR:			
	Información	Lozano Lojano Lizbeth Mariuxi			
	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>				



**ANEXO D: PRESENTACION DE LOS SNACKS FRITOS DE DIFERENTE GROSOR**

j)



k)



l)



**NOTAS:**

- j) Snack frito de 2mm
- k) Snack frito de 2.5 mm
- l) Snack frito de 3 mm

**CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:**

- |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Aprobado                 | <input type="checkbox"/> | Preliminar               |
| Certificado              | <input type="checkbox"/> | Por aprobar              |
| Información              | <input type="checkbox"/> | Por calificar            |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**UPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA DE  
INGENIERÍA QUÍMICA**

ELABORADO POR:  
Lozano Lojano Lizbeth Mariuxi

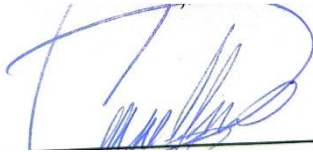
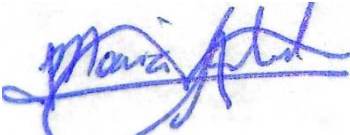
**OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA**

LÁMINA	ESCALA	FECHA
04	1:1	2024/03/03



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA**  
**NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO**

**Fecha de entrega:** 30/07/2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Lizbeth Mariuxi Lozano Lozano
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Ingeniería Química
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Química
 <b>Guillermo Eduardo Dávalos Merino</b> <b>Director del Trabajo de Titulación</b>  <b>Mónica Lilián Andrade Avalos</b> <b>Asesor del Trabajo de Titulación</b>