



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

**DISEÑO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE HOJUELAS
EXTRUIDAS DE CHOCOLATE EN LA MICROEMPRESA AGUS
SNACK**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTORA: ANA TERESA ORTIZ SUÁREZ

DIRECTORA: BQF. ADRIANA ISABEL RODRÍGUEZ BASANTES

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Ana Teresa Ortiz Suárez

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, Ana Teresa Ortiz Suárez, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular 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 Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 15 de diciembre de 2023






Ana Teresa Ortiz Suárez

050408675-2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **DISEÑO DE PROCESO DE ELABORACIÓN DE HOJUELAS EXTRUIDAS DE CHOCOLATE EN LA MICROEMPRESA AGUS SNACK**, realizado por la señorita: **ANA TERESA ORTIZ SUAREZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. María Augusta Guadalupe Alcoser PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 _____	2023-12-15
Bqf. Adriana Isabel Rodríguez Basantes DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2023-12-15
Ing. Mónica Lilián Andrade Avalos ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2023-12-15

DEDICATORIA

Dedico este logro académico y personal a personas extraordinarias que han sido faros de apoyo a lo largo de mi camino. A mi querido Papá Shalito, cuya sabiduría y amor continúan guiándome desde el cielo. A mi abuela Ana, cuyo legado de perseverancia me ha iluminado en cada paso. A mi tía Bertha, por su aliento constante. A mi madre Hortensia, por creer en mí. A mi querida perrita polola, su lealtad y cariño infinito. Este paso significativo representa no solo mi esfuerzo, sino la contribución valiosa de aquellos que han sido mis inspiración y fuente inquebrantables, incluso más allá de las fronteras terrenales.

Ana

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud y reconocimiento a quienes han estado conmigo en esta etapa de mi vida. Agradezco a Dios por brindarme la fuerza, la sabiduría a lo largo de este proceso. Un tributo especial va dirigido a una presencia que ahora brilla en el cielo, a mi querido Papá Shalito, sin su apoyo no lo habría logrado, su recuerdo sigue siendo una fuente de inspiración en cada paso que doy y espero que desde el cielo se sienta orgulloso de mí. A mi abuela Ana y a mi tía Bertha, por su respaldo y por ser como unas madres para mí, su paciencia y amor me han permitido no desistir. A mi madre Hortensia, por su lucha y sus palabras de aliento en situaciones difíciles. A mi tío Bayardo, por guiarme y ser un ejemplo de perseverancia y determinación. No puedo pasar por alto el agradecimiento a mi fiel compañera, mi perrita Polola, en las noches de desvelo y los momentos de estrés, su presencia reconfortante fue un recordatorio constante de que nunca estaba sola. A mis queridos amigos y amigas con quienes compartí momentos inolvidables y reconfortantes. Finalmente, de manera especial a la Ing. Mónica Andrade por su orientación y asesoría para la realización de este trabajo, así como a la Bqf. Adriana Rodríguez por su disposición y apertura en todo momento. Cada uno de ustedes ha dejado una huella en mí. Sus contribuciones, amor y apoyo han sido los cimientos sobre los cuales se ha construido esta realización. Con gratitud eterna.

Ana

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.	Planteamiento del Problema	2
1.2.	Justificación.....	2
1.3.	Objetivos.....	2
1.3.1	<i>Objetivo General</i>	2
1.3.2	<i>Objetivos Específicos</i>	2

CAPÍTULO II

2	MARCO TEÓRICO.....	4
2.1.	Antecedentes de investigación.....	4
2.2.	Referencias Teóricas.....	5
2.2.1	<i>Maíz</i>	5
2.2.2	<i>Gritz de Maíz</i>	5
2.2.3	<i>Composición química del maíz</i>	5
2.2.4	<i>Extrusión</i>	6
2.2.5	<i>Tipos de Extrusores</i>	6
2.2.5.1	<i>Extrusores en caliente</i>	6
2.2.5.2	<i>Extrusores en frío</i>	6
2.2.5.3	<i>Extrusores de tornillo único</i>	6
2.2.5.4	<i>Extrusores de tornillos gemelos</i>	7
2.2.4	<i>Laminador</i>	7
2.2.4	<i>Secado</i>	7

2.2.5	<i>Hojuelas extruidas de maíz</i>	8
2.2.5	<i>Tanque de mezcla</i>	8
2.2.7	<i>Secador de túnel rotatorio</i>	8

CAPÍTULO III

3	MARCO METODOLÓGICO	9
3.1.	Parte experimental	9
3.1.	Metodología	9
3.1.2	<i>Obtención de la materia prima</i>	9
3.1.2.1	<i>Maíz</i>	9
3.1.2.2	<i>Gritz de maíz</i>	9
3.1.3	<i>Caracterización de la materia prima</i>	10
3.1.3.1	<i>Maíz</i>	11
3.1.3.2	<i>Gritz de maíz</i>	11
3.1.4	<i>Proceso para la elaboración de las hojuelas extruidas de chocolate</i>	12
3.1.4.1	<i>Recepción de la materia prima</i>	12
3.1.4.2	<i>Pesado</i>	12
3.1.4.3	<i>Mezclado</i>	12
3.1.4.4	<i>Extrusión</i>	13
3.1.4.5	<i>Laminado</i>	13
3.1.4.6	<i>Secado</i>	13
3.1.4.7	<i>Reposo</i>	13
3.1.4.8	<i>Empaque</i>	13
3.1.4.9	<i>Almacenado</i>	13
3.1.5	<i>Diagrama de flujo del proceso</i>	14
3.2.	Ingeniería del proceso	14
3.2.1	<i>Tanque de Mezcla</i>	14
3.2.1.1	<i>Potencia</i>	14
3.2.1.2	<i>Altura del reactor</i>	15

3.2.1.3	<i>Capacidad del tanque de mezcla</i>	15
3.2.1.4	<i>Diseño de agitación</i>	16
3.2.1.5	<i>Diámetro del agitador</i>	17
3.2.1.6	<i>Altura del agitador</i>	17
3.2.1.7	<i>Distancia entre la base del tanque y el agitador (E)</i>	18
3.2.1.8	<i>Distancia entre las paletas (S)</i>	18
3.2.1.9	<i>Altura de las paletas (W)</i>	18
3.2.1.10	<i>Ancho de las paletas (L)</i>	18
3.2.1.11	<i>Altura óptima de mezclado</i>	19
3.2.1.12	<i>Volumen óptimo de mezclado</i>	19
3.2.1.13	<i>Tanque de mezcla dimensionado</i>	20
3.2.2	<i>Extrusor</i>	20
3.2.1.1	<i>Velocidad del extrusor</i>	20
3.2.1.2	<i>Viscosidad Efectiva</i>	21
3.2.1.3	<i>Caudal volumétrico</i>	21
3.2.1.4	<i>Variación de presión</i>	22
3.2.1.5	<i>Potencia requerida</i>	22
3.2.1.6	<i>Garganta de alimentación</i>	22
3.2.1.7	<i>Volumen 1 y 2 de la Tolva</i>	23
3.2.1.8	<i>Volumen total de la Tolva</i>	24
3.2.1.9	<i>Presión máxima del tornillo extrusor</i>	24
3.2.1.10	<i>Gradiente de temperatura</i>	25
3.2.1.11	<i>Extrusor dimensionado</i>	26
3.2.3	<i>Secador de túnel rotatorio</i>	26
3.2.3.1	<i>Porcentaje de humedad inicial</i>	26
3.2.3.2	<i>Variación de la humedad</i>	27
3.2.3.3	<i>Masa de agua que se evaporará</i>	27
3.2.3.4	<i>Masa del producto seco</i>	28
3.2.3.5	<i>Volumen de la masa</i>	28

3.2.3.6	<i>Humedad en base seca</i>	28
3.2.3.7	<i>Humedad en base húmeda</i>	29
3.2.3.8	<i>Calor de evaporación</i>	29
3.2.3.9	<i>Calor sensible</i>	30
3.2.3.10	<i>Calor al líquido</i>	30
3.2.3.11	<i>Cálculo de vapor de agua</i>	31
3.2.3.12	<i>Humedad residual</i>	31
3.2.3.13	<i>Cálculo de la pérdida de calor desde el secador hasta sus alrededores</i>	31
3.2.3.14	<i>Velocidad másica del gas</i>	31
3.2.3.15	<i>Diámetro del secador</i>	32
3.2.3.16	<i>Longitud del secador</i>	32
3.2.3.17	<i>Revoluciones por minuto del cilindro</i>	33
3.2.3.18	<i>Volumen del secador</i>	33
3.2.3.19	<i>Secador de túnel rotatorio</i>	34
3.2.3.20	<i>Curva del Secado</i>	34
3.2.4	<i>Balance de masa</i>	35
3.2.4.1	<i>Cálculo de balance de masa del Tanque de mezclado</i>	35
3.2.4.2	<i>Cálculo de balance de masa del Extrusor</i>	36
3.2.4.3	<i>Cálculo de balance de masa del secador de túnel rotatorio</i>	36
3.2.4.4	<i>Balance de masa global del proceso</i>	37
3.2.4.5	<i>Rendimiento del proceso</i>	37
3.2.5	<i>Estudio de la Factibilidad técnica y económica del proyecto</i>	38
3.2.5.1	<i>Inversión fija</i>	38
3.2.5.2	<i>Capital del trabajo</i>	38
3.2.5.3	<i>Proyección de gastos de producción</i>	39
3.2.5.4	<i>Capital de operaciones</i>	39
3.2.5.5	<i>Cálculo de precio de venta público</i>	40
3.2.5.6	<i>Ingresos Anuales</i>	40
3.2.5.7	<i>Punto de equilibrio</i>	41

3.2.5.8	<i>Utilidad neta</i>	42
3.2.5.9	<i>Valor actual neto (VAN)</i>	42
3.2.5.10	<i>Tasa interna de retorno (TIR)</i>	43
3.2.5.11	<i>Periodo de recuperación del proyecto</i>	44

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS	45
4.1.	Resultados	45
4.1.1.	<i>Dimensionamiento de los equipos</i>	45
4.1.2.	<i>Caracterización de las hojuelas extruidas de chocolate</i>	46
4.1.3.	<i>Análisis de la Factibilidad Económica</i>	47

CAPITULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
5.1.	Conclusiones	48
5.2.	Recomendaciones	48

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Composición del maíz	5
Tabla 3-1: Caracterización fisicoquímica de la materia prima (<i>Zea Mays L.</i>).....	11
Tabla 3-2: Caracterización microbiológica de la materia prima (<i>Zea Mays L.</i>)	11
Tabla 3-3: Requisitos físicos del maíz.....	11
Tabla 3-4: Requisitos bromatológicos de maíz molido	12
Tabla 3-5: Requisitos microbiológicos del maíz.....	12
Tabla 3-6: Contaminantes	12
Tabla 3-7: Parámetros de selección de un sistema de agitación	17
Tabla 3-8: Datos de Secado.....	34
Tabla 3-9: Inversión fija del proyecto.....	38
Tabla 3-10: Costos de la materia prima e insumos	38
Tabla 3-11: Costos de los trabajadores en la microempresa	38
Tabla 3-12: Costos de los servicios básicos	39
Tabla 3-13: Gatos mensuales de producción.....	39
Tabla 3-14: Inversión total del proyecto.....	39
Tabla 3-15: Costos de producción anual del proyecto.....	39
Tabla 3-16: Costos para la puesta en marcha del proyecto	40
Tabla 3-17: Flujo de caja en 5 años proyectados ⁶	40
Tabla 3-18: Valor actual neto	40
Tabla 3-19: Tasa interna de retorno.....	41
Tabla 3-20: Comprobación del TIR	42
Tabla 3-21: Flujo de caja en 5 años proyectados.....	42
Tabla 22-3: Valor actual neto.....	43
Tabla 23-3: Tasa interna de retorno.....	43
Tabla 24-3: Comprobación del TIR.....	44
Tabla 25-3: Periodo de recuperación.....	44
Tabla 4-1: Datos del Tanque de mezclado	45
Tabla 4-2: Datos del Extrusor.....	45
Tabla 4-3: Datos del Secador de túnel rotario	46
Tabla 4-4: Requisitos bromatológicos	46
Tabla 4-5: Requisitos microbiológicos	46

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Extrusor de tornillo único.....	7
Ilustración 2-2: Extrusor de tornillo gemelo.....	7
Ilustración 3-1: Diagrama de flujo del proceso de la elaboración del gritz.....	10
Ilustración 3-2: Diagrama de flujo del proceso para la obtención del snack.....	14
Ilustración 3-3: Factores de Seguridad.....	16
Ilustración 3-4: Tanque de mezcla.....	20
Ilustración 3-5: Representación de la tolva.....	24
Ilustración 3-6: Equipo extrusor.....	26
Ilustración 3-7: Secador de túnel rotatorio.....	34
Ilustración 3-8: Curva del secado.....	35
Ilustración 3-9: Balance de masa global.....	37

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ANÁLISIS DE LA HUMEDAD DEL MAÍZ
- ANEXO B:** ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DEL GRITZ DE MAÍZ
- ANEXO C:** ANÁLISIS NUTRICIONAL DEL GRITZ DE MAÍZ
- ANEXO D:** ANÁLISIS DE CONTAMINANTES DEL GRITZ DE MAÍZ
- ANEXO E:** PLANO DEL EQUIPO EXTRUSOR
- ANEXO F:** PLANO DEL EQUIPO SECADOR DE TUNEL ROTATORIO
- ANEXO H:** PLANO DE LA EMPAQUETADORA
- ANEXO I:** LAYOUT DE LA MICRO EMPRESA

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de integración curricular fue realizar el Diseño del Proceso de Elaboración de Hojuelas Extruidas de Chocolate a base de Gritz de Maíz en la microempresa Agus Snack. Se realizó la caracterización del maíz (*Zea Mays L.*) con base a la NTE INEN 187-2013 para la determinación de los requisitos dispuestos por la norma referente a la materia prima. Se estableció los parámetros de diseño para el dimensionamiento del proceso mediante cálculos ingenieriles para la producción industrial del cereal. Entre los equipos principales para la elaboración del extruido se encuentra el tanque de mezcla, el extrusor y el secador con una capacidad máxima de 100 kg/h. La validación técnica del producto final se efectuó con base a la NTE INEN 2561 Bocaditos de productos vegetales de la cual se obtuvo 3,5 % de humedad, 3,3% grasa, 2,5 meq O₂/Kg , < 0,01 de recuento estándar en placa ufc/g , < 0,01 mohos ufc/g y ausencia de E. Coli., debido a que los valores se encuentran dentro del rango especificado por la norma, el producto final es apto para el consumo humano y es de calidad. En la validación técnica se determinó un VAN de \$52 720,13 y un TIR de 33% estableciendo que el proyecto es viable financieramente. Así mismo se ejecutó el diseño del Layout de la Industria de Alimentos y los planos de cada equipo para garantizar una implementación eficiente.

Palabras clave: <MAÍZ (*Zea Mayz l.*) >, <HOJUELAS EXTRUIDAS>, <VALIDACIÓN >, <REQUISITOS>, <DISEÑO >, <PARÁMETROS >.

2296-DBRA-UPT-2023



ABSTRACT

The objective of this curricular integration work was to design the Process of Elaboration of Extruded Chocolate Flakes based on Corn Gritz in the microenterprise Agus Snack. The characterization of corn (*Zea Mays L.*) was carried out based on NTE INEN 187-2013 to determine the requirements set forth by the standard regarding the raw material. The design parameters for the sizing of the process were established by means of engineering calculations for the industrial production of the cereal. Among the main equipment to produce the extrudate are the mixing tank, the extruder and the dryer with a maximum capacity of 100 kg/h. The technical validation of the final product was carried out based on NTE INEN 2561 Vegetable snacks, which yielded 3.5% moisture, 3.3% fat, 2.5 meq O₂ \Kg, < 0.01 standard plate count ufc\g, < 0.01 mold ufc\g and absence of *E. coli*. Since the values are within the range specified by the standard, the final product is suitable for human consumption and is of high quality. The technical validation determined an NPV of \$52,720.13 and an IRR of 33%, establishing that the project is financially viable. Likewise, the layout design of the Food Industry and the plans of each piece of equipment were executed to guarantee an efficient implementation.

Key words: <CORN (*Zea Mayz l.*) >, < EXTRUDED FLAKES >, <VALIDATION >, <REQUIREMENTS>, <DESIGN >, <PARAMETERS >.



Abg. Ana Gabriela Reinoso. Mgs.

1103696132

INTRODUCCIÓN

En la industria de alimentos, los cereales se han convertido en una buena opción y conveniente en el desayuno de las personas en todo el mundo. Entre las diferentes variedades de este tipo de productos, las hojuelas extruidas de chocolate han ganado un lugar relevante debido a su sabor indulgente y atractivo para los consumidores potenciales. Es por ello, que el presente trabajo se enfoca en el diseño del proceso de elaboración de hojuelas extruidas de chocolate hecho a base de maíz.

En el procedimiento se utilizará una forma específica de maíz llamada gritz de maíz, que consiste en granos de maíz que han sido procesados para obtener una textura crujiente y una mayor capacidad de absorción de sabores y recubrimientos. Para lograrlo, se requerirá un enfoque metódico en cada etapa, desde la selección de la materia prima y preparación de los ingredientes hasta la mezcla, el recubrimiento de chocolate y el empaquetado final.

Con la implementación exitosa de este trabajo, se espera introducir al mercado de alimentos a las hojuelas extruidas de chocolate a base de gritz maíz que satisfaga las necesidades de los consumidores, que sea de su preferencia y se convierta en una opción atractiva dentro de su alimentación.

CAPÍTULO I

1 DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En Ecuador la harina de maíz es un componente base en la alimentación ya que además de su fácil adquisición y buen sabor lleva consigo beneficios nutricionales, aporta energía, carbohidratos, proteína y un porcentaje mínimo de grasas, así como también es una fuente rica de Vitamina A y minerales como Potasio y Fósforo en menor cantidad (González G, et al. 2016, Pp, 13).

Agus Snack al ser una microempresa en crecimiento, siendo sus principales productos de comercialización derivados de harina de maíz como las hojuelas extruidas de chocolate no dispone de un estudio de diseño del proceso de producción de las mismas lo que limita su competitividad en el mercado de consumo.

1.2. Justificación

Las hojuelas extruidas de chocolate son un producto elaborado hecho a base de harina de maíz, el cuál es sometido a procesos de extrusión con altas presiones y temperaturas por un lapso de tiempo breve haciendo cambios en la estructura y composición (Akinyemi A, 2022, Pp, 46).

La micro empresa Agus Snack requiere para la expansión de sus líneas de producción el diseño del proceso de hojuelas extruidas de chocolate para la posterior implementación del mismo y su futura comercialización.

1.3. Objetivos

1.3.1 *Objetivo General*

- Diseñar el proceso de elaboración de hojuelas extruidas de chocolate de la microempresa Agus Snack.

1.3.2 *Objetivos Específicos*

- Realizar la caracterización física, química y microbiológica correspondiente a la materia prima maíz mediante la norma técnica NTE INEN 187-2013.

- Identificar las variables, parámetros y operaciones necesarias para el diseño del proceso industrial de elaboración de hojuelas de chocolate.
- Aplicar cálculos de ingeniería para el dimensionamiento del diseño propuesto.
- Realizar la validación técnica y económica del diseño propuesto mediante la caracterización físico química y microbiológica del producto con base en la norma INEN 2561-2010.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

El maíz es uno de los ingredientes más utilizados en snacks y cereales extruidos, debido a su amplia disponibilidad y características de expansión. Los productos y subproductos de maíz utilizados en las aplicaciones de extrusión se pueden encontrar en forma de sémola de maíz, harina de maíz o almidón de maíz con variaciones en su contenido de almidón y tamaños de partículas (Onwulata K, 2006, Pp, 57).

En la investigación realizada por (Guo H, *et al.* 2018, Pp, 64) se prepararon mezclas binarias entre el maíz y la soja mediante el uso de extrusoras de uno y dos tornillos a escala piloto, durante el proceso se investigaron propiedades fisicoquímicas y características moleculares de las mezclas binarias producidas en diferentes condiciones de extrusión, con respecto a su calorimetría diferencial de barrido se sugirió que más del 93% del almidón se gelatinizó para cada muestra extruidas. La escisión de las moléculas de almidón en la mezcla binaria aumentó significativamente la severidad de la condición de extrusión lo que permitió la generación de más almidón extruido.

El estudio acerca de los extruidos de maíz enriquecidos con subproductos de la industria alimentaria tomado de (Aćkar F, *et al.* 2018, Pp, 34) se analizó la posibilidad de aplicación de bagazo de cerveza , pulpa de remolacha azucarera y orujo de manzana en la producción de snacks de maíz con propiedades físicas y sensoriales satisfactoras mediante el uso de una extrusora de un solo tornillo de laboratorio , se encontró que la adición de subproductos disminuyó la relación de expansión y fracturabilidad pero aumentó la densidad aparente y la dureza de los extruidos , esto influyó sobre la expansión y la textura del bagazo de cerveza y pulpa de la remolacha azucarera , sin embargo se resolvió este problema con la adición de pectina al nivel de 1% , en el caso del orujo de manzana tuvo un efecto significativo en el cambio de color , los índices de absorción de agua y solubilidad en agua aumentaron de forma acelerada después del proceso de extrusión , según los resultados obtenidos la materia más apta para la investigación es el orujo de manzana. Mediante la investigación “ELABORACIÓN DE SNACK DE MAÍZ AMARILLO DURO (ZEA MAYS L.) ,ENRIQUECIDO CON CALAMAR GIGANTE” se determinaron parámetros para el desarrollo del proceso de un snack hecho a base de maíz amarillo duro (Zea Mays) enriquecido con calamar gigante (*Dosidicus gigas*) mediante etapas de estudio , análisis físico-químico para poder conocer su composición , de esta forma se obtuvo un producto inocuo a partir de

operaciones como el precalentamiento del maíz y del calamar , homogeneización, moldeado, gelatinizado (a 70°C) , enfriado, laminado , frito , saborizado (2% sal) , envasado y almacenado, como resultado se logró el enriquecimiento del snack de maíz duro con la pulpa de calamar gigante con un nivel proteico de 5,17 g/100 g de snack a diferencia del producto comercial. Los parámetros óptimos de control del proceso son: 8 horas de reposo del maíz a 65°C , proporción del 80% de la cocción del maíz y 20% de la pulpa del calamar (Villafuerte et al. 2015).

2.2. Referencias teóricas

2.2.1 Maíz

Maíz (*Zea Mays L*), deriva su nombre del *Arawak máhiz* que significa “aquello que sustenta la vida”. El nombre maíz fue añadido por los europeos haciendo referencia a todos los granos de cereales de semilla pequeña; usaron el término “maíz indio” para denotar su conexión con los nativos americanos. Una diferencia principal entre el maíz y otros cereales es que lleva cabezas de semillas, mazorcas, que son más grandes que otras hierbas, también tiene un mayor rendimiento de alimento por unidad que cualquier otro grano. Esta productividad es uno de los principales factores que contribuyen al atractivo del maíz para agricultores (Ferguson L, 2016, Pp, 48).

2.2.2 Gritz de maíz

Es un alimento que se obtienen a partir de los granos de maíz (*Zea mays L.*), con madurez comercial, en buen estado, sanos, libres de impurezas, moho, semillas de malas hierbas, y otros cereales, por medio de una operación de molienda, en el que se pulveriza el grano hasta tener un grado de finura, y eliminando gran parte del salvado y del germen. La diferente denominación es debido a la granulometría del producto (INEN 2051:2013 2013).

2.2.3 Composición química del maíz

Tabla 2-1: Composición del maíz

Componentes	% Total	Endospermo	Germen	Pericarpio	Pedicelo
Almidón	62,0	87,0	8,3	7,3	5,3
Proteína	7,8	8,0	18,4	3,7	9,1
Lípidos	3,8	0,8	33,2	1,0	3,8
Cenizas	1,2	0,3	10,5	0,8	1,6
Agua	15,0	-	-	-	-

Fuente: (Jones H, 2021, Pp, 32)

2.2.4 Extrusión

La extrusión de alimentos permite producir productos de muchas variedades, dedicados a diferentes sectores, se puede obtener pastas, cereales, galletas, alimentos infantiles, confitería, goma de mascar y principalmente snacks. Como cualquier operación vinculada a un proceso, la extrusión provoca cambios en el alimento, sea a nivel interno como externo, provocando varias modificaciones dentro de la funcionalidad de los ingredientes que forma parte importante de la composición de este producto (Valverde K, et al. 2020, Pp, 31).

2.2.5 Tipos de extrusores

Los extrusores se clasifican según sea el funcionamiento y manejo, esto puede darse de manera caliente o en frío, además su construcción se puede dar como tornillo simple o tornillos gemelos, dentro de los extrusores más utilizados a nivel industrial son:

2.2.5.1 Extrusores en caliente

Estos extrusores permiten que el alimento se caliente por contacto con las paredes del cilindro o barril que envuelve al tornillo del extrusor y/o por contacto con el tornillo del extrusor calentado de manera interna y por la implementación directa de vapor de agua. En algunos casos el cilindro se calienta por resistencias eléctricas, pero al verse involucrado el calor procede también de la fricción generada por el tornillo y los relieves internos del cilindro (Retamozo H, 2016, Pp, 93-95).

2.2.5.2 Extrusores en frío

Este tipo de equipo permite que el alimento sea extruido mediante tiras sin cocción ni expansión, dentro de estos equipos la materia prima es sometida al mínimo nivel de fricción de los tornillos, los cuales rotan en un tubo de superficie interna lisa (Retamozo H, 2016, Pp, 93-95).

2.2.5.3 Extrusores de tornillo único

Estos extrusores se catalogan en función de la intensidad de la fuerza de cizalla que ejercen, por lo que se consideran de elevada, moderada y baja fuerza de cizalla (Retamozo H, 2016, Pp, 93-95).



Ilustración 2-1: Extrusor de tornillo único

Fuente: (Retamozo H, 2016, Pp, 93-95).

2.2.5.4 Extrusores de tornillos gemelos

Para esta clase de extrusores, los tornillos ruedan en el interior de un cilindro de sección, se los puede clasificar de acuerdo con su sentido de rotación y por la forma en que giran los tornillos entre sí. Los extrusores más corrientes dentro de la industria de alimentos son los de tornillo cortante, los cuales constan de un movimiento de rotación que impulsa el material a través del extrusor (Retamozo H, 2016, Pp, 93-95).



Ilustración 2-2: Extrusor de tornillo gemelo

Fuente: (Retamozo H, 2016, Pp, 93-95)

2.2.4 Laminador

2.2.4 Secado

Consiste en la eliminación total o parcial del contenido de humedad de un sólido por medio de una fuente de calor. El secado aplicado a la industria de alimentos tiene como objetivo alargar la

durabilidad de los alimentos y es por eso que suele ser la última etapa del proceso de producción (Warren L. *et al*, 2013, Pp, 84).

2.2.5 Hojuelas extruidas de maíz

Son un tipo de alimentos elaborados a partir de griz de maíz como materia prima principal, con azúcar añadido, aditivos y colorantes. Después de añadir una cierta cantidad de agua, se amasa completamente, se madura, se le da forma, se prensa y se hornea. El sabor es crujiente, dulce y rico en muchos nutrientes. En el procesamiento moderno, generalmente se usa una extrusora de doble tornillo para amasar, cocinar y cortar completamente la mezcla después de agregar agua (Viva 2012).

2.2.5 Tanque de mezcla

Es un equipo cuya estructura básica consiste en un recipiente cilíndrico abierto al aire provisto en un sistema de mezclado o paleta impulsado por un motor en el que se procura no existan regiones zonas muertas y que dependiendo del proceso pueda contener entradas y salidas de flujo continuo, sistemas de enfriamiento o calefacción como serpentines e instrumentos de medición específicos como termómetros (Warren L. *et al*, 2013, Pp, 84).

2.2.7 Secador de túnel rotatorio

Está conformado por una estructura cilíndrica por la que pasa el producto de forma continua a una temperatura dada , para eliminar la humedad del sólido o del elemento a fluir , por su funcionalidad son muy utilizados en la industria de alimentos y como resultado del proceso sus características destacan en una alta eficiencia y un bajo consumo energético lo que resulta favorable en el proceso porque reduce los costos de producción incluso el impacto ambiental (Maupoey P, *et al*. 2001, Pp, 75).

CAPÍTULO III

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1. Parte experimental

3.1.1 Metodología

La metodología utilizada en el presente trabajo técnico fue de tipo experimental basada como punto de partida en la caracterización de la materia prima con base a la NTE INEN 187-2013 con la finalidad de generar un producto de calidad apto para el consumo humano, el procedimiento se detalla a continuación.

3.1.2 Obtención de la materia prima

3.1.2.1 Maíz

El maíz (*Zea Mayz L*) se obtiene por parte de proveedores de la región interandina de las provincias de la sierra central como: Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Azuay y de la región litoral de ciudades como Manabí y Los Ríos.

3.1.2.2 Gritz de maíz

El griz de maíz se obtiene por medio de un proceso a escala industrial que se detalla a continuación. Ver ilustración 1-3.

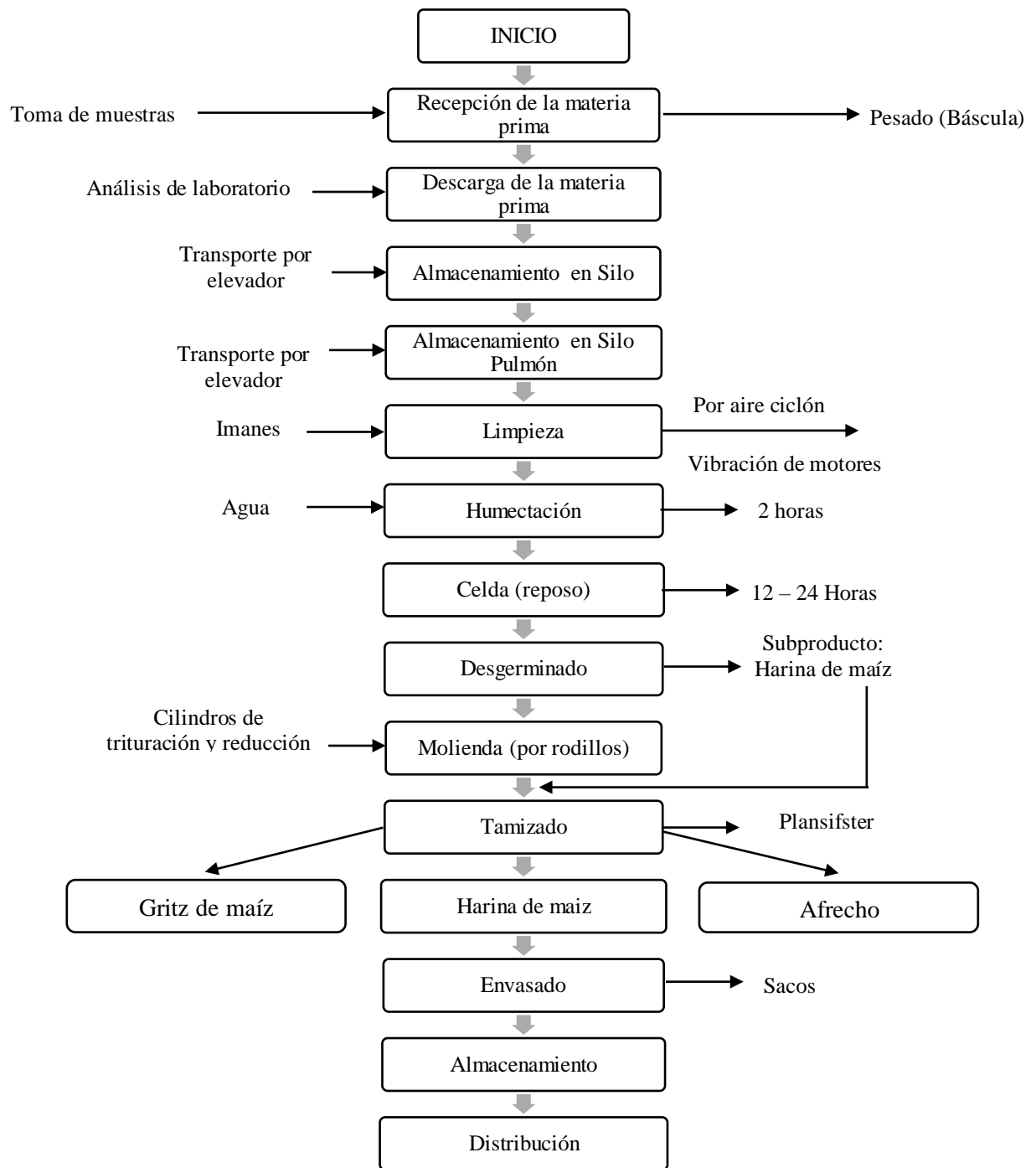


Ilustración 3-1: Diagrama de flujo del proceso de la elaboración del gritz

Realizado por: Ortiz, Ana. 2023

3.1.3 Caracterización de la materia prima

La caracterización del maíz (*Zea Mays L.*) fue tanto fisicoquímica como microbiológica, los análisis se basaron en la NTE INEN 187-2013.

3.1.3.1 Maíz

Tabla 3-1: Caracterización fisicoquímica de la materia prima (*Zea Mays L.*)

Determinación	Método de Ensayo	Valor mínimo y según la Norma	Valor máximo según la Norma	Valor obtenido (a nivel de laboratorio)
Humedad	NTE INEN 187:2013	-	13,0	10,495
Materias orgánicas extrañas, %(m/m)	NTE INEN 187:2013	-	1,5	0,35 %
Materias inorgánicas extrañas, % (m/m)	NTE INEN 187:2013	-	0,5	0,04 %
Suciedad, %(m/m)	NTE INEN 187:2013	-	0,1	< 0,01
Granos defectuosos (dentro del que se encuentran los granos infectados) %(m/m)	NTE INEN 187:2013	-	7,0	0,54 %
Granos infectados, %(m/m)	NTE INEN 187:2013	-	0,5	0.064 %
Otros granos	NTE INEN 187:2013	-	2,0	< 0,01
Proteína	NTE INEN 187:2013	8,0	-	9,87

Fuente: (INEN 2013).

Tabla 3-2: Caracterización microbiológica de la materia prima (*Zea Mays L.*)

MICROORGANISMO	Número de muestras que se van a examinar	Número de muestras permisibles con resultados entre m y M	VALORES		Método de ensayo	Valores Obtenidos (A Nivel De Laboratorio)
			m	M		
Mohos	5	2	10 ²	10 ⁵	NTE INEN 1529-10	10 UFC/g

Fuente: (INEN 2013)

3.1.3.2 Gritz de maíz

La caracterización del gritz de maíz fue realizada con base a los requisitos físicos y microbiológicos, así como los contaminantes de la materia prima. Los análisis se basaron en la NTE INEN 2051-2013.

Tabla 3-3: Requisitos físicos del maíz

REQUISITOS	% MÍNIMO	% MÁXIMO	PRUEBAS
Humedad, % (m/m)	-	13,0%	10,495
Materias orgánicas extrañas, % (m/m)	-	1,5%	0,35 %
Materias inorgánicas extrañas, % (m/m)	-	0,5%	0,04 %
Suciedad, % (m/m)	-	0,1%	< 0,01

Fuente: (INEN 2051:2013 2013)

Tabla 3-4: Requisitos bromatológicos de maíz molido

REQUISITOS	% MÍNIMO	% MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO	PRUEBAS
PROTEINA	8.0	----	NTE INEN 543	9,87
GRASA	----	3,1	NTE INEN 523	1,38
CENIZA	----	3,0	NTE INEN 520	0,78
FIBRA	----	2,5	NTE INEN 522	1,76

Fuente:(INEN 2051:2013 2013)

Tabla 3-5: Requisitos microbiológicos del maíz

MICROORGANISMO	Número de muestras que se van a examinar	Número de muestras permisibles con resultados entre m y M	VALORES			Valores Obtenidos (A Nivel De Laboratorio)
			m	M	Método de ensayo	
Mohos	5	2	10 ²	10 ⁵	NTE INEN 1529-10	10 UFC/g

Fuente: (INEN 2051:2013 2013)

Tabla 3-6: Contaminantes

Metal	Requisitos	Pruebas
Plomo, mg/kg	0,2	< 0,01
Aflatoxinas, ug/kg (ppb)	2,0	< 0,01

Fuente: (INEN 2051:2013 2013)

3.1.4 *Proceso para la elaboración de las hojuelas extruidas de chocolate*

3.1.4.1 *Recepción de la materia prima*

Se receipta una cantidad de gritz de maíz para realizar una inspección y verificar que se encuentre bajo los parámetros necesarios para implementar en el proceso y que cumpla los estándares establecidos de calidad.

3.1.4.2 *Pesado*

Se realiza un pesaje tanto del gritz de maíz para tener un control de la cantidad de materia prima que ingresa al extrusor y conocer a exactitud sus proporciones necesarias dentro del proceso.

3.1.4.3 *Mezclado*

Para que exista una homogeneización entre los ingredientes, se ingresa el gritz de maíz y el chocolate en un tanque de agitación para que se pueda efectuar una mezcla uniforme.

3.1.4.4 Extrusión

Se ingresa la mezcla al extrusor de doble tornillo, la masa al ser desplazada por un husillo dentro del equipo y por acción del calor adopta una textura suave y maleable, El maíz es forzado a través de una boquilla especial, adoptándole al snack una forma esférica. La temperatura y la velocidad de extrusión son factores clave que afectan la textura y la expansión de las esferas.

3.1.4.5 Laminado

Las esferas de maíz ingresan al laminador. Este equipo especializado aplana las esferas, creando hojuelas delgadas y uniformes, el ajuste preciso del laminador determina el grosor de las hojuelas.

3.1.4.6 Secado

Posterior al laminado, el snack ingresa al secador de túnel, se genera una circulación de aire caliente que circula a través de todo el túnel lo que permite que el alimento vaya eliminando la mayor parte de humedad posible y pueda salir del equipo con una textura seca y con una buena consistencia.

3.1.4.7 Reposo

Las hojuelas extruidas de chocolate pasan por una etapa de reposo para disminuir la temperatura del producto absorbiendo el calor residual, para que su textura sea la adecuada.

3.1.4.8 Empaque

El producto pasa a una maquina empaquetadora la cual se encarga de sellarlo para protegerlo de alguna exposición al ambiente, aumentar su tiempo de vida útil y garantizar su calidad e inocuidad.

3.1.4.9 Almacenado

Las hojuelas extruidas de chocolate son almacenadas en un lugar fresco para que no existan ningún tipo de daño en el producto y proceder a su respectiva distribución.

3.1.5 Diagrama de flujo del proceso

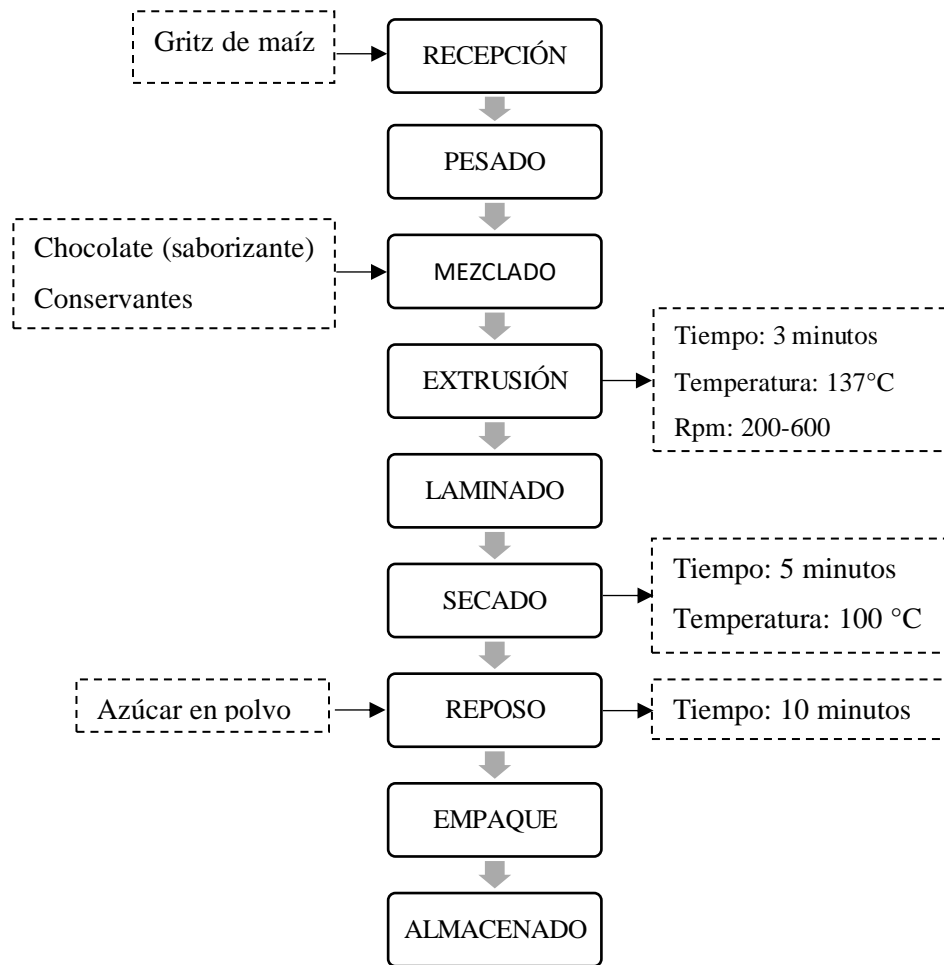


Ilustración 3-2: Diagrama de flujo del proceso para la obtención del snack

Realizado por: Ortiz, Ana. 2023

3.2. Ingeniería del proceso

3.2.1 Tanque de Mezcla

El tanque agitador utilizado se ajusta a un sistema de agitación y dosificación, lo que permitirá mezclar la materia prima con sus aditivos y homogeneizarlos para la siguiente etapa.

3.2.1.1 Potencia

$$Np = \frac{P}{N^3 D^5 \rho}$$
$$P = Np N^3 D^5 \rho$$

Donde:

$N = \text{velocidad de rotación (Rps)}$

$D = \text{diámetro del agitador (m)}$

$\rho = \text{densidad de fluido } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$

$Np = \text{número de potencia}$

$P = \text{potencia}$

Datos:

$N = 600 \text{ rpm} \rightarrow 10 \text{ rps}$

$D = 0,165 \text{ m}$

$\rho = 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$Np = 2,2$

$$P = 2,2 * 10^3 * 0,165^5 * 580$$

$$P = 156,05 \text{ Wats} \rightarrow 0,156 \text{ Kw} \rightarrow 0,20 \text{ hp}$$

3.2.1.2 Altura del reactor

El volumen del reactor V_c (m^3) con un diámetro D_i (m) y su altura h_i (m) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H = \frac{4xV_c}{\pi x D_T^2}$$

Donde:

$H = \text{altura del tanque (m)}$

$V_c = \text{volumen de diseño del tanque (m}^3\text{)}$

$D_T = \text{diámetro del tanque (m)}$

$$H = \frac{4x0,2}{\pi x 0,5^2}$$

$$H = 1 \text{ m}$$

3.2.1.3 Capacidad del tanque de mezcla

Al momento de efectuar diseños ingenieriles es importante considerar aspectos fundamentales para asegurar una operación óptima del equipo a construir, por tal motivo se considera el factor de seguridad del volumen total y para lo cual se utiliza el siguiente cálculo:

$$V_R = V_c x (1,3)$$

$V_R = \text{Volumen real del reactor (m}^3\text{)}$

$V_c = \text{Volumen de diseño del reactor (m}^3\text{)}$

El factor de seguridad es de **1,3** y fue escogido con base a la tabla 6-3 presente a continuación:

SELECCIÓN ORIENTATIVA DE FACTORES DE SEGURIDAD, PARA MATERIALES DÚCTILES		
Información disponible	Fiabilidad de los datos que se disponen	Factor
Ensayos de materiales	El material de diseño ha sido probado en condiciones similares.	A= 1.3
	Características mecánicas de probetas del material ensayado.	A= 2
	Datos fiables de tablas y catálogos genéricos de materiales.	A= 3
	Datos poco fiables de los cuales no sabemos su procedencia.	A> 5
Condiciones de contorno de utilización de material.	Idénticas condiciones a las del material ensayado.	B= 1.3
	La pieza diseñada funcionará en un entorno aislado.	B= 2
	Entorno de utilización moderadamente agresivo.	B= 3
	Entorno de utilización muy agresivo.	B> 5
Procedimientos de diseño y modelado analítico utilizados.	Han sido probados científicamente mediante experimentos.	C= 1.3
	Representan las condiciones de funcionamiento con precisión.	C= 2
	Representan las condiciones de funcionamiento aproximadamente.	C= 3
	Representan las condiciones de funcionamiento con poca precisión.	C> 5

Ilustración 3-3: Factores de Seguridad

Fuente: (Marín J, 2008, Pp, 87)

$$V_R = 0,2x(1,3)$$

$$V_R = 0,26 \text{ m}^3$$

Teniendo en cuenta las características de los equipos, es importante considerar que si el volumen del tanque crece también existirá un cambio en su altura, por lo cual se realiza el siguiente cálculo:

$$h_{iR} = \frac{4xV_R}{\pi x D_T^2}$$

Donde:

$h_{iR} = \text{altura real del tanque}$

$V_R = \text{volumen real del tanque}$

$D_i = \text{diámetro del tanque}$

$$h_{iR} = \frac{4x0,26}{\pi x 0,50^2}$$

$$h_{iR} = 1,32 \text{ m}$$

3.2.1.4 Diseño de agitación

Se requiere de la implementación de un sistema de agitación para facilitar el contacto y asegurar la máxima homogeneidad de las partículas sólidas para ello se considera las siguientes relaciones presentes en la tabla 3-7.

Tabla 3-7: Relaciones para el dimensionamiento

$\frac{D_A}{D_T} = \frac{1}{3}$	$\frac{E}{D_T} = \frac{1}{3}$	$\frac{H_A}{D_T} = 2$
$\frac{W}{D_A} = \frac{1}{5}$	$S = \frac{H_A - E}{\# \text{ niveles}}$	$\frac{L}{D_A} = \frac{1}{4}$

Fuente: (Warren L. *et al*, 2013, Pp, 73)

Realizado por: Ortiz, A. 2023

Con base a la referencia se realiza el cálculo de los parámetros de diseño como:

- Diámetro del agitador (D_A)
- Altura del agitador (H_A)
- Distancia entre la base del tanque y agitador (E)
- Distancia entre paletas (S)
- Altura de las paletas (W)
- Ancho de las paletas (L)

3.2.1.5 Diámetro del agitador

$$\frac{D_A}{D_T} = \frac{1}{3}$$

Donde:

D_A = Diámetro de los agitadores (m)

D_T = Diámetro de tanque (m)

Para el valor constante se utiliza una relación de 3: 1 tomado de la tabla 7-3 que es igual a 0,33.

$$D_A = \frac{1}{3} * D_T$$

$$D_A = 0,33 * 0,5 \text{ m}$$

$$D_A = 0,165 \text{ m}$$

3.2.1.6 Altura del agitador

Un parámetro que se debe tener en cuenta es la altura del agitador y se calcula mediante la siguiente relación:

$$\frac{H_A}{D_T} = 2$$

Donde:

H_A = altura del agitador (m)

D_T = altura del tanque (m)

$$H_A = 2 * D_T$$

$$H_A = 2 * 0,5m$$

$$H_A = 1 m$$

3.2.1.7 Distancia entre la base del tanque y el agitador (E)

$$\frac{E}{D_T} = \frac{1}{3}$$

$$E = \frac{1}{3} * D_T$$

$$E = 0,33 * 0,5 m$$

$$E = 0,165 m$$

3.2.1.8 Distancia entre las paletas (S)

$$S = \frac{H_A - E}{\# \text{ niveles}}$$

$$S = \frac{1 - 0,165}{2}$$

$$S = 0,42 m$$

3.2.1.9 Altura de las paletas (W)

$$\frac{W}{D_A} = \frac{1}{5}$$

$$W = \frac{1}{5} * D_A$$

$$W = 0,2 * 0,165 m$$

$$W = 0,033 m$$

3.2.1.10 Ancho de las paletas (L)

$$\frac{L}{D_A} = \frac{1}{4}$$

$$L = \frac{1}{4} * D_A$$

$$L = 0,25 * 0,165 m$$

$$L = 0,041 m$$

Para mejorar la eficiencia operativa del funcionamiento del tanque de mezcla durante el proceso se analiza los parámetros presentes en la tabla 3-8.

Tabla 3-8: Parámetros de selección de un sistema de agitación

Servicio	Impulsor	Rango	Relaciones- Diámetro tanque a diámetro del impulsor	Altura de tanque y relación de diámetros	Impulsores y posición.
Mezclado	Turbina	50%	3:1 hasta 6:1	Ilimitada	Sencillos o múltiples
	Propela	100%			
	Paleta	15%			
	Volumen del tanque	Hasta 500 m ³			

Fuente: (Valiente, N, 1993, Pp, 29)

Realizado por: Ortiz A. 2023

Se realiza el cálculo de las siguientes variables:

- Altura óptima de mezclado (h_0)
- Volumen óptimo de mezclado (V_0)

3.2.1.11 Altura óptima de mezclado

La altura óptima de mezclado es donde existe una mayor eficiencia durante el mezclado y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{h_0}{D_T} = 1$$

Donde:

h_0 = altura del óptima del mezclado (m)

D_T = diámetro del tanque (m)

$$h_0 = 1 * D_T$$

$$h_0 = 1 * 0,5m$$

$$h_0 = 0,5 m$$

3.2.1.12 Volumen óptimo de mezclado

Como dato adicional en la siguiente formula se reemplaza el valor de la altura óptima de mezclado:

$$V_0 = \frac{\pi D^2 h_0}{4}$$

Donde:

$h_o =$ altura del óptima del mezclado (m)

$V_o =$ volumen óptimo (m^3)

$$V_o = \frac{\pi(0,5)(1m)}{4}$$

$$V_o = 0,19 m^3$$

3.2.1.13 Tanque de mezcla dimensionado

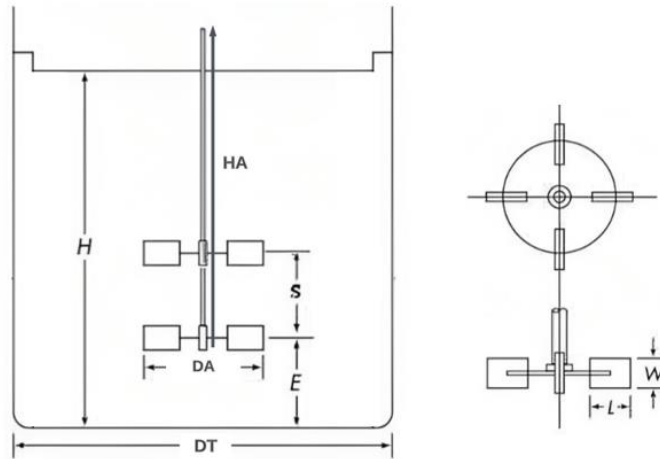


Ilustración 3-4: Tanque de mezcla

Realizado por: Ortiz, A. 2023

3.2.2 Extrusor

3.2.1.1 Velocidad del extrusor

Se debe tener en cuenta la relación entre las revoluciones y los radios de las poleas, con la siguiente fórmula:

$$N_1 * r_1 = N_2 * r_2$$

$$N_2 = \frac{N_1 * r_1}{r_2}$$

Donde:

$N_1 =$ velocidad del motor (rev/min)

$N_2 =$ velocidad del husillo (rev/min)

$r_1 =$ radio de la polea menor (in)

$r_2 =$ radio de la polea mayor (in)

$$N_2 = \frac{\left(800 \frac{rev}{min}\right) * 1.5 in}{20 in}$$

$$N_2 = 60 \frac{rev}{min}$$

3.2.1.2 Viscosidad Efectiva

La viscosidad efectiva se da en función del diámetro interno del barril $D_B(mm)$, la velocidad del husillo $N(mm)$ y la distancia entre el filete del husillo y el barril $h(mm)$ y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\gamma = \frac{\pi * D_B * N}{h}$$

Donde:

D_B = diámetro interno del barril (mm)

N = velocidad del husillo (revs)

h = distancia entre el filete del husillo y el barril (mm)

$$\gamma = \frac{\pi * 65mm * \frac{60 rev}{60 s}}{0.5mm}$$

$$\gamma = 408.407 \frac{1}{s}$$

3.2.1.3 Caudal volumétrico

Para el cálculo del caudal volumétrico se necesita el área de la sección transversal del extrusor, y el valor de la velocidad de movimiento del material. Para lo cual la siguiente fórmula:

$$Q = A \cdot V$$

Donde:

Q = caudal volumétrico (m^3/s)

A = área de la sección transversal del extrusor (m^2)

V = velocidad del material (m/s).

$$V = 60 \frac{rev}{min} * \frac{2\pi rad}{1 rev} * \frac{1 min}{60s} * 0,508m$$

$$V = 3,192 \frac{m}{s}$$

$$Q = (0,2 * 0,370)m^2 * 3,192 \frac{m}{s}$$

$$V = 0,236 \frac{m^3}{s}$$

3.2.1.4 Variación de presión

La presión requerida se puede determinar mediante la fórmula de la ley de viscosidad de Newton:

$$\Delta P = \frac{4 \cdot \mu \cdot L \cdot V}{\pi \cdot D^3}$$

Donde:

μ = viscosidad del material (Pa · s).

L = longitud del tornillo (m).

V = velocidad del material (m/s).

D = diámetro del tornillo (m).

$$\Delta P = \frac{4 \cdot (0,5 \text{ Pa} \cdot \text{s}) \cdot (0,508 \text{ m}) \cdot 3,192 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\pi \cdot (0,064)^3 \text{ m}^3}$$

$$\Delta P = 3937,919 \text{ Pa}$$

3.2.1.5 Potencia requerida

Para el cálculo de la potencia se utiliza la fórmula

$$P = Q \cdot \Delta P$$

$$P = 0,236 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 3937,919 \text{ Pa}$$

$$P = 929,349 \text{ W}$$

$$P = 929,349 \text{ W} * \frac{1 \text{ Hp}}{745.7 \text{ W}}$$

$$P = 1,246 \text{ Hp}$$

3.2.1.6 Garganta de alimentación

La garganta de alimentación es por donde entra el material sólido y hace referencia a una cavidad que es una parte del barril y se encuentra unida a la tolva, dentro de este contexto se debe considerar la siguiente relación: el largo de la garganta de alimentación debe ser 1,5 veces el diámetro del cilindro y el ancho es de 0,7 veces el diámetro, como se puede observar en la figura a continuación.

$$G_L = 1.5 * D_B$$

$$G_a = 0.7 * D_B$$

Donde:

$D_B =$ diámetro interno del barril (mm)

$G_L =$ largo de la garganta de alimentación (mm)

$G_a =$ ancho de la garganta de alimentación (mm)

$$G_L = (1.5 * 65)$$

$$G_L = 97.5 \text{ mm}$$

$$G_a = (0.7 * 65)$$

$$G_a = 45.5 \text{ mm}$$

3.2.1.7 Volumen 1 y 2 de la Tolva

Se requiere calcular la capacidad de la tolva, la cual cumple una función dentro de la etapa del proceso de la alimentación en el extrusor, para lo cual se debe tener en cuenta un Volumen 1 (lado interior del barril por cada longitud de paso) y un Volumen 2 (diámetro interno del tornillo por cada longitud de paso), se representa mediante las siguientes ecuaciones:

$$V_1 = a_1 + h_1 + l_1$$

$$V_2 = \frac{h_2}{3} * (A_M + A_m + \sqrt{A_M * A_m})$$

Donde:

$V_1 =$ volumen de la sección tetraédrica de la tolva (mm³)

$V_2 =$ volumen del cono truncado (mm³)

Volumen 1 de la sección superior de la tolva

$$V_1 = (440 + 500 + 370) \text{ mm}^3$$

$$V_1 = 8,14 * 10^7 \text{ mm}^3$$

Volumen 2 de la sección inferior de la tolva

$$V_2 = \frac{h_2}{3} * (A_M + A_m + \sqrt{A_M * A_m})$$

$$V_2 = \frac{300}{3} * (500 + 200 + \sqrt{500 * 200})$$

$$V_2 = 1,016 * 10^5 \text{ mm}^3$$

3.2.1.8 Volumen total de la Tolva

Para calcular el valor total de la tolva se suma el Volumen 1 y el Volumen 2 obtenidos anteriormente, como se presenta a continuación:

$$V_t = V_1 + V_2$$
$$V_t = (8,14 * 10^7 + 1,016 * 10^5) mm^3$$
$$V_t = 8,15 * 10^7 mm^3 \rightarrow 81,5 L$$

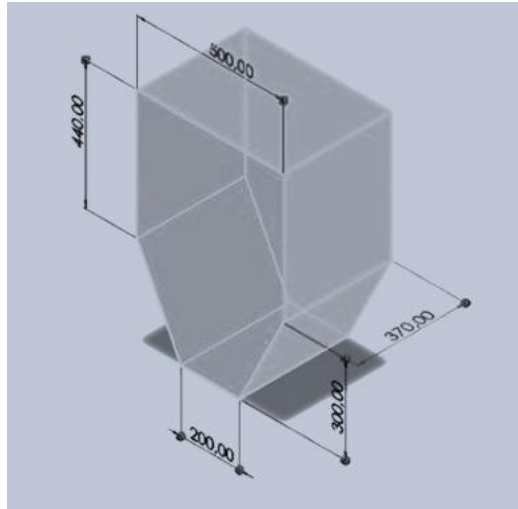


Ilustración 3-5: Representación de la tolva

Realizado por: Ortiz, A. 2023

3.2.1.9 Presión máxima del tornillo extrusor

La presión máxima es la que ejerce el tornillo en la parte de adelante del extrusor y va en aumento desde la entrada hasta la salida y se produce por el paso de tornillo más pequeño cuyo valor es:

Donde

15000000 Newton / m^2 es la fuerza máxima que el material del que está hecho el extrusor ACERO 316 va a resistir.

$$P_{max} = \frac{F}{A} \rightarrow \frac{F}{\frac{\pi}{4}(D)^2}$$
$$P_{max} = \frac{15000}{\frac{\pi}{4}(0.065)^2 m^2}$$
$$P_{max} = 4520377,082 Pa$$
$$4520377,082 Pa \frac{1 MPa}{1 \times 10^6 Pa} = 4,52 MPa$$

3.2.1.10 Gradiente de temperatura

La variación de la temperatura desde el ingreso de la materia prima hasta la salida del producto debe ser considerada en cada etapa desde la zona de alimentación, mezcla, dosificación hasta el dado extrusor. El mayor gradiente de temperatura se localiza entre las zonas de alimentación y mezcla, por lo cual la transferencia de calor entre estas dos secciones considerando el material aislante entre estas viene expresado mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{cond.} = kA \frac{T_1 - T_2}{L}$$

Donde:

k = conductividad térmica del aislante (0.044 W/mk)

A = área perpendicular a la dirección de transferencia de calor (m²)

T_1 = temperatura de la pared uno (°C)

T_2 = temperatura de la pared dos (°C)

L = separación entre las dos paredes (m)

Con los siguientes datos se calcula el valor del gradiente de temperatura en el barril.

$$T_1 = 60 \text{ °C}$$

$$T_1 = 333.15 \text{ °K} \rightarrow \text{temperatura de entrada del extrusor}$$

$$T_2 = 135 \text{ °C}$$

$$T_2 = 408.15 \text{ °K} \rightarrow \text{temperatura de salida del extrusor}$$

$$A = \frac{\pi}{4} (0.065)^2 m^2$$

$$A = 0.0033 m^2$$

$$Q_{cond.} = \left(0.044 \frac{W}{m \cdot K} \right) (0.0033 m^2) \frac{|333.15 - 408.15| K}{(0.01 m)}$$

$$Q_{cond.} = 1.089 W$$

3.2.1.11 Extrusor dimensionado

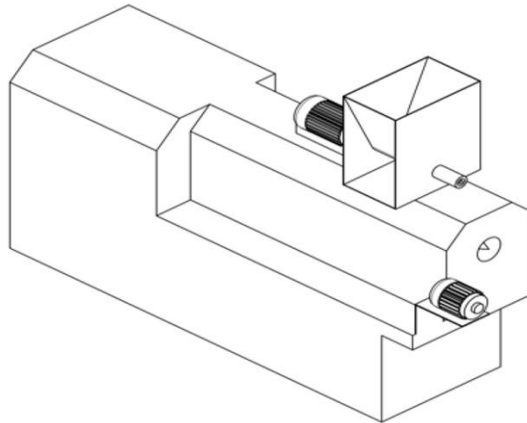


Ilustración 3-6: Equipo extrusor

Realizado por: Ortiz, A. 2023

3.2.3 Secador de túnel rotatorio

3.2.3.1 Porcentaje de humedad inicial

Para el siguiente cálculo se debe considerar el peso tanto en seco como en húmedo de la materia prima y se aplica la siguiente ecuación:

$$H_o = \frac{100 \times (W_H - W_S)}{W_H}$$

Donde:

W_S = Peso en seco (Kg)

W_H = Peso en húmedo (Kg)

Datos:

W_S = 1,005 (Kg)

W_H = 1,275 (Kg)

$$H_o = \frac{100 \times (1,275 - 1,005)}{1,275}$$

$$H_o = 21,17\%$$

3.2.3.2 Variación de la humedad

Para la variación de la humedad se debe tener en cuenta la humedad a la que ingresa el producto y la humedad a la que sale, y se la encuentra mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta H = \frac{H_o - H_f}{100 - H_f} \times 100$$

Donde:

H_o = Humedad inicial %

H_f = Humedad final %

Datos

H_o = 21,17 (%)

H_f = 8 (%)

$$\Delta H = \frac{21,17 - 8}{100 - 8} \times 100$$

$$\Delta H = 14,31 \%$$

3.2.3.3 Masa de agua que se evaporará

Es la cantidad de agua que cambia su estado de líquido a gas, es decir se evapora y se obtiene por medio de la siguiente ecuación:

$$m_{H_2O} = m_h \left(\frac{\frac{H_o}{100} - \frac{H_f}{100}}{1 - \frac{H_f}{100}} \right)$$

Donde:

m_{H_2O} = Masa de agua a evaporar (Kg)

m_h = Masa materia húmeda a ingresar (Kg)

$$m_{H_2O} = 100 \left(\frac{\frac{21,17}{100} - \frac{8}{100}}{1 - \frac{8}{100}} \right)$$

$$m_{H_2O} = 14,32 \text{ Kg}$$

3.2.3.4 Masa del producto seco

Es la masa que tiene la mínima cantidad de humedad y esto se produce por el efecto del secado, se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}m_s &= m_h - m_{H_2O} \\m_s &= 100 - 14,32 \\m_s &= 85,68 \text{ Kg}\end{aligned}$$

3.2.3.5 Volumen de la masa

Se define como la cantidad de masa que ocupa un cuerpo, y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$V_h = \frac{m_h}{\rho_h}$$

Donde:

$V_h =$ Volumen de la masa (m^3)

$m_h =$ Masa materia húmeda a ingresar (Kg)

$\rho_h =$ Densidad promedio ($\frac{Kg}{m^3}$)

$$\begin{aligned}V_h &= \frac{100}{500} \\V_h &= 0,2 \text{ m}^3\end{aligned}$$

3.2.3.6 Humedad en base seca

Se representa por medio del cociente entra la masa de agua a evaporar y la masa del producto seco, como se presenta a continuación:

$$H_{bs} = \frac{m_h}{m_s}$$

Donde:

$m_h =$ masa de agua a evaporar Kg

$m_s =$ masa del producto seco Kg

Si se tiene 100 kg de producto a un porcentaje promedio de 21,17%, entonces se tiene:

$m_s = 78,83$ (Kg)

$m_h = 21,17$ (Kg)

$$H_{bs} = \frac{21,17}{78,83}$$

$$H_{bs} = 0,27 \text{ Kg}$$

3.2.3.7 Humedad en base húmeda

Se considera el contenido de humedad del producto en función de la masa total del mismo, se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$H_{bh} = \frac{m'_h}{m'_s}$$

$$H_{bh} = \frac{8}{92}$$

$$H_{bh} = 0,087 \text{ Kg}$$

3.2.3.8 Calor de evaporación

Se define como la cantidad de energía que se necesita para convertir una unidad de masa de una sustancia líquida a una gaseosa en magnitudes constantes y se calcula de la siguiente forma:

$$q_e = E \times h_{fg}$$

$$E = \frac{m_s(H_{bs} - H_{bh})}{t}$$

Donde:

E = Velocidad de evaporación

t = Tiempo en el que se llevara a cabo el secado

h_{fg} = Calor latente de evaporización de agua

Datos

$$t = 3600 \text{ s}$$

$$h_{fg} = 2260 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$m_s = 78,83 \text{ Kg}$$

$$H_{bs} = 0,27 \text{ Kg}$$

$$H_{bh} = 0,087 \text{ Kg}$$

$$E = \frac{m_s(H_{bs} - H_{bh})}{t}$$

$$E = \frac{78,83(0,27 - 0,087)}{3600}$$

$$E = 4,00 \times 10^{-3} \frac{\text{Kg}}{\text{s}}$$

$$q_e = 4,00 \times 10^{-3} \times 2260$$

$$q_e = 9,04 \text{ KW}$$

3.2.3.9 Calor sensible

Para este cálculo se consideran las temperaturas tanto de entrada al secador como a la salida con el calor específico y se emplea la siguiente ecuación:

$$q_s = \frac{(m_s C_p (T_{sh} - T_{eh}))}{t}$$

Donde:

T_{eh} = Temperatura de entrada °C

T_{sh} = Temperatura de salida °C

C_p = Calor específico $\frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C}$

$$C_p = 1,675 + (0,025 \times H_o)$$

$$C_p = 1,675 + (0,025 \times 21,17)$$

$$C_p = 2,20 \frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C}$$

$$q_s = \frac{78,83 \times 2,20 \times (40 - 137)}{3600}$$

$$q_s = 4,67 \text{ KW}$$

3.2.3.10 Calor al líquido

Es el calor que posee el líquido previo a su calentamiento y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$q_l = \frac{m_s \times H_{bs} \times C_{pf} (T_{bhg} - T_{eh})}{t}$$

$$T_{bhg} = 37,62 \text{ } ^\circ C$$

$$C_{pf} = 4,179 \frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C}$$

$$q_l = \frac{78,83 \times 0,27 \times 4,179 (37,62 - 137)}{3600}$$

$$q_l = -2,47 \text{ KW}$$

3.2.3.11 Cálculo de vapor de agua

Se calcula teniendo en cuenta las temperaturas del gas y el calor específico del agua saturada, se calcula de la siguiente forma:

$$q_v = E \times C_{pg} \times (T_{sg} - T_{bhg})$$

Donde:

T_{sg} = Temperatura del gas de salida, (°C)

C_{pg} = Calor específico del agua saturada en vapor, $\left(\frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C}\right)$

$$q_v = (4,00 \times 10^{-3})(1,93)(50 - 37,62)$$

$$q_v = 0,1 \text{ KW}$$

3.2.3.12 Humedad residual

Es la humedad que no logra evaporar y se calcula así:

$$q_{hr} = \frac{m_s \times H_{bh} \times C_{pf} \times (T_{sh} - T_{eh})}{t}$$
$$q_{hr} = \frac{78,83 \times 0,087 \times 4,179 \times (40 - 137)}{3600}$$
$$q_{hr} = -0,77 \text{ KW}$$

3.2.3.13 Cálculo de la pérdida de calor desde el secador hasta sus alrededores

Se calcula mediante el empleo de los calores calculados anteriormente, se resuelve mediante la siguiente fórmula:

$$q_t = q_e + q_s + q_1 + q_v + q_{hr} + q_p$$
$$q_p \rightarrow \text{se desprecia}$$
$$q_t = (9,04 - 4,57 - 2,47 + 0,1 - 0,77 + 0)$$
$$q_t = 1,33 \text{ KW}$$

3.2.3.14 Velocidad másica del gas

Se tiene en cuenta la pérdida total de calor, el calor específico del gas y la diferencial entre las temperaturas de entrada y salida del gas, se calcula de la siguiente manera:

$$G = \frac{q_t}{C_{pa}(T_{eg} - T_{sg})}$$

Donde:

$$G = \text{Velocidad másica de aire,} \quad \left(\frac{Kg}{s}\right)$$

$$C_{pa} = \text{Calor específico del gas promedio,} \quad \left(\frac{KJ}{Kg^{\circ}C}\right)$$

$$C_{pa} = 1 \left(\frac{KJ}{Kg^{\circ}C}\right)$$

$$G = \frac{1,33}{1(67,62 - 50)}$$

$$G = 0,075 \frac{Kg}{s}$$

3.2.3.15 Diámetro del secador

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$D = \sqrt{\frac{4xG}{0,95x\pi xF}}$$

$$F = vx\rho_{aire}$$

Donde:

$$D = \text{Diámetro del secador,} \quad (m)$$

$$F = \text{Flujo másico por unidad superficial,} \quad \left(\frac{Kg}{sm^3}\right)$$

$$v = \text{Velocidad del aire,} \quad \left(\frac{m}{s}\right)$$

$$\rho_{aire} = 1 \left(\frac{Kg}{m^3}\right)$$

$$F = 2,25x1$$

$$F = 2,25 \left(\frac{Kg}{m^2s}\right)$$

$$D = \sqrt{\frac{4xG}{0,95x\pi xF}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4x0,075}{0,95x\pi x2,25}}$$

$$D = 0,211 m$$

3.2.3.16 Longitud del secador

$$\frac{L}{D} = R$$

Donde:

$L =$ Longitud del secador

$R =$ Razón del diámetro longitudinal

$$L = 4D$$

$$L = 4 \times 0,211$$

$$L = 0,84 \text{ m} \quad \approx \quad L = 1$$

Tiempo de retención

$$t_{\theta} = \frac{60 \times \pi \times D^2 \times L \times f \times \rho_h}{4 \times m_h}$$

Donde:

$f =$ Porcentaje de llenado para dispositivos circulares $\rightarrow 25\%$

$$f = 0,25$$

$$t_{\theta} = \frac{60 \times \pi \times D^2 \times L \times f \times \rho_h}{4 \times m_h}$$

$$t_{\theta} = \frac{60 \times \pi \times (0,211)^2 \times (1) \times (0,25) \times (500)}{4 \times 100}$$

$$t_{\theta} = 2,62(\text{min}) \times \frac{60(\text{s})}{1(\text{mn})}$$

$$t_{\theta} = 157,2$$

3.2.3.17 Revoluciones por minuto del cilindro

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$w = \frac{10}{D}$$

$$w = \frac{10}{0,211}$$

$$w = 47,39 \text{ (RPM)}$$

3.2.3.18 Volumen del secador

Para calcular la capacidad del secador se debe efectuar la siguiente ecuación:

$$V_s = \frac{t_{\theta} \times m_h}{t \times 0,25 \times \rho_h}$$

Donde:

$V_s =$ Volumen del secador total, (m^3)

$$V_s = \frac{t_{\theta} \times m_h}{t \times 0,25 \times \rho_h}$$

$$V_s = \frac{157,2 \times 100}{3600 \times 0,25 \times 500}$$

$$V_s = 0,035 \text{ m}^3 \approx 35L$$

3.2.3.19 Secador de túnel rotatorio

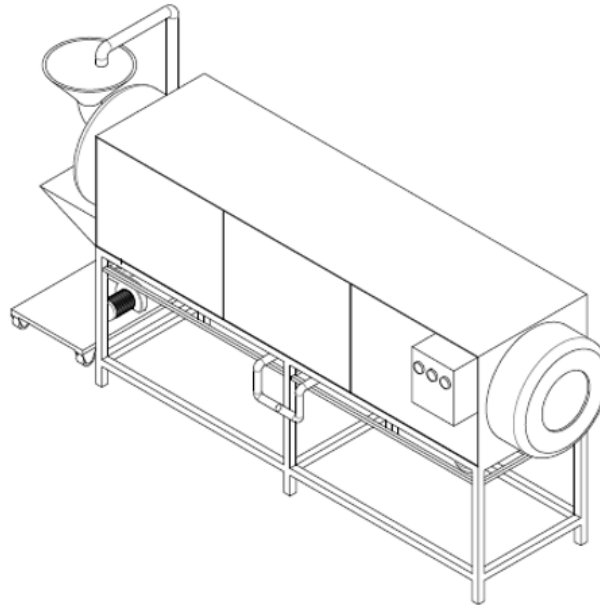


Ilustración 3-7: Secador de túnel rotatorio

Realizado por: Ortiz, A. 2023

3.2.3.20 Curva del Secado

Se obtuvieron datos a nivel de laboratorio del producto luego de haber pasado por el extrusor para hacer un análisis comparativo entre el proceso elaborado de forma industrial en el secador de túnel y a nivel de laboratorio.

Tabla 3-8: Datos de Secado

Tiempo (h)	PESO 1 g	PESO 2 g	PESO TOTAL
0	70	84	154
0,5	64	80	144
1	63	75	138
1,5	54	70	124
2	34	48	82
2,5	30	45	75
3	30	44	74
3,5	29	44	73

Realizado por: Ortiz, A. 2023

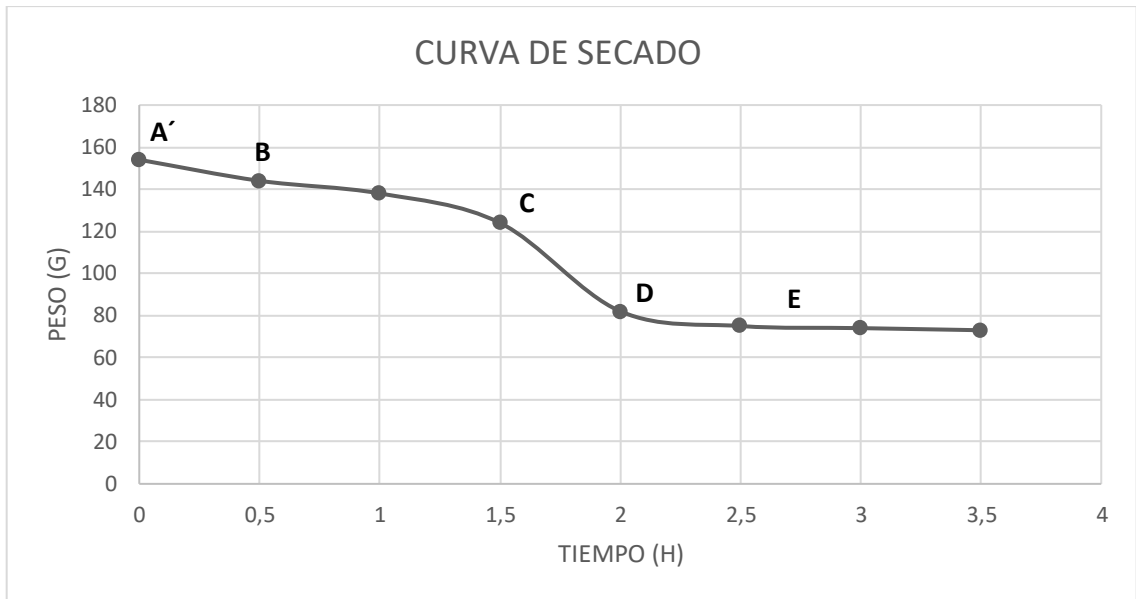


Ilustración 3-8: Curva del secado

Realizado por: Ortiz, A. 2023

Se puede observar en la ilustración 3-8 la variación de la humedad de las hojuelas extruidas de chocolate a lo largo del tiempo durante el proceso de secado. Este proceso se divide en varios tramos que reflejan las etapas del secado y se presentan a continuación:

- **Tramo AB:** sólido caliente
- **Tramo BC:** tramo recto, pendiente constante y velocidad constante
- **Tramo CD:** es lineal, la velocidad de secado decrece y se denomina Primer periodo de Velocidad Decreciente
- **Tramo DE:** la velocidad de secado disminuye, se considera Segundo periodo de Velocidad Decreciente

3.2.4 Balance de masa

3.2.4.1 Cálculo de balance de masa del Tanque de mezclado



Donde:

G: Gritz de maiz

GM: Flujo másico de gritz mezclado

$A = \text{Alimentación}$

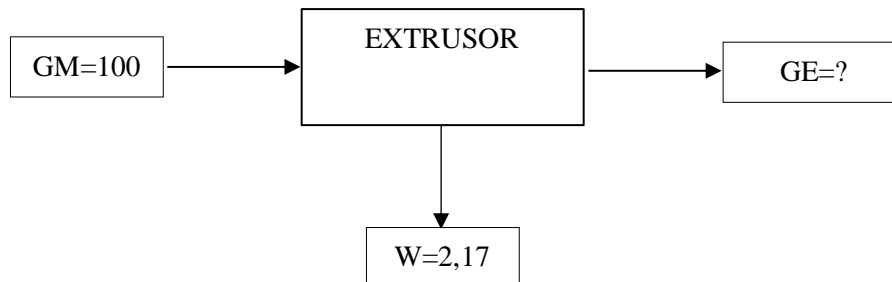
Balance de Masa General

$$G + A = GM$$

$$98 + 2 = GM$$

$$GM = 100 \text{ kg/lote}$$

3.2.4.2 Cálculo de balance de masa del Extrusor



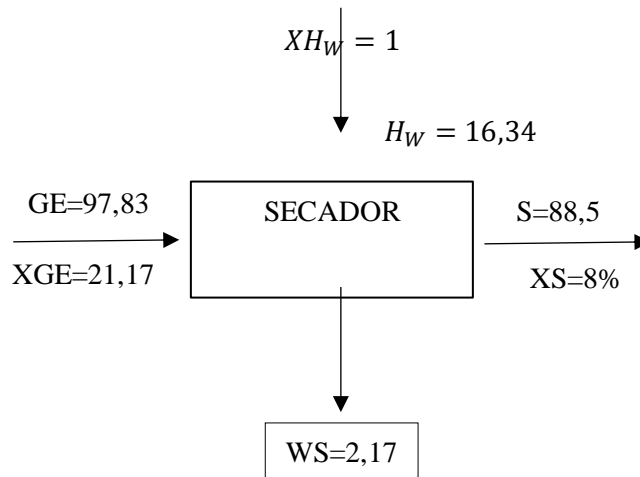
Balance de Masa General

$$GE + W = GM$$

$$GE = 100 - 2,17$$

$$GE = 97,83 \text{ kg/lote}$$

3.2.4.3 Cálculo de balance de masa del secador de túnel rotatorio



Balance de Masa General

$$GE = H_W + S$$

$$97,83 = H_W + S$$

Balance de Masa por Componentes

$$GE(XGE) = H_W(XH_W) + S(XS)$$

$$97,83(0,2117) = H_W(1) + S(0,08)$$

$$20,71 = H_W + 0,08S$$

Sistemas de Ecuaciones

$$-97,83 = -H_W - S$$

$$20,71 = H_W + 0,08S$$

$$-77,12 = -0,92S$$

$$S = -\frac{77,12}{0,92}$$

$$S = 88,51 \frac{kg}{lote}$$

3.2.4.4 Balance de masa global del proceso

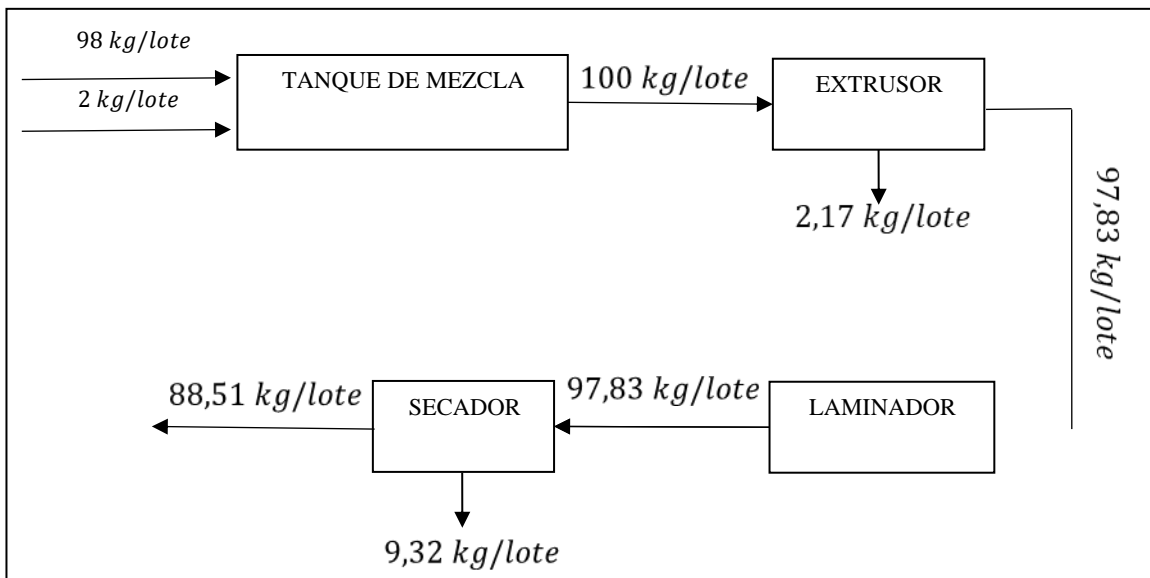


Ilustración 3-9: Balance de masa global

Realizado por: Ortiz, A. 2023

3.2.4.5 Rendimiento del proceso

El rendimiento del proceso se calcula de la siguiente manera:

$$\%Rendimiento = \frac{Materia\ que\ sale}{Materia\ que\ entra} \times 100$$

$$\%Rendimiento = \frac{88,51}{100} \times 100$$

$$\%Rendimiento = 88,51$$

3.2.5 Estudio de la Factibilidad técnica y económica del proyecto

Es la base fundamental para saber si el proyecto técnico será rentable y viable para garantizar el éxito del producto.

3.2.5.1 Inversión fija

Representa el costo para la adquisición de activos fijos como maquinaria y equipos que son empleados para el desarrollo de las hojuelas extruidas de chocolate.

El precio de cada equipo se detalla a continuación:

Tabla 3-9: Inversión fija del proyecto

Equipo	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Extrusor y Tolva	1	\$28.000,00	\$28.000,00
Laminador	1	\$8.000,00	\$8.000,00
Horno	1	\$14.500,00	\$14.500,00
Enfriador	1	\$8.500,00	\$8.500,00
Empaquetador	1	\$6.600,00	\$6.600,00
TOTAL			\$65.600,00

Realizado por: Ortiz, A, 2023

3.2.5.2 Capital del trabajo

Representa los recursos financieros disponibles para cubrir los gastos operativos y las deudas pendientes durante el ciclo comercial de la empresa. Consiste en la diferencia entre los activos circulantes (efectivo, cuentas por cobrar e inventario) y los pasivos circulantes (cuentas por pagar, préstamos a corto plazo). Este indicador financiero refleja la liquidez de la empresa y su capacidad para enfrentar las demandas inmediatas del negocio.

Tabla 3-10: Capital de trabajo

Capital Propio	\$15.000,00
Financiamiento	\$0,00
Total	\$15.000,00

Tabla 3-11: Capital de trabajo-inversión total

Activos Fijos	\$65.600,00	81%
Capital de Trabajo	\$15.000,00	19%
Inversión Total	\$80.600,00	100%

3.2.5.3 Proyección de gastos de producción

Se detalla la cantidad de materia prima e insumos a utilizar por cada lote de producción para saber el costo total anual que representa elaborar el producto, con ello analizar los presupuestos, también es importante considerar los costos de los trabajadores y de los servicios básicos.

Tabla 3-12: Costos de la materia prima e insumos

Materias primas e insumos	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Diario	Costo semanal	Costo mes	Costo año
Gritz de maíz	50	kg	\$35,00	\$17,50	\$87,50	\$1.750,00	\$21.000,00
Chocolate (saborizante)	1	kg	\$1,25	\$1,25	\$6,25	\$125,00	\$1.500,00
Azúcar	2	kg	\$1,00	\$2,00	\$10,00	\$200,00	\$2.400,00
TOTAL				\$20,75	\$103,75	\$2.075,00	\$24.900,00

Realizado por: Ortiz, A, 2023

Tabla 3-13: Costos de los trabajadores en la microempresa

Personal	Cantidad	Salario Mensual (\$)	Décimo tercero	Décimo cuarto	Salario mensual a recibir	Salario anual a recibir
Técnico	1	\$900	\$75	\$37,5	\$1012,5	\$12150
Operario	2	\$550	\$45,83	\$37,5	\$633,33	\$7600
TOTAL			\$120,83	\$75	\$1645,83	\$19750

Realizado por: Ortiz, Ana, 2023

Tabla 3-14: Costos de los servicios básicos

Servicio	Consumo diario	Costo mensual (\$)	Costo Anual (\$)
Electricidad (KW/h)	\$27,00	\$540,00	\$6.480,00
Agua Potable (m3)	\$15,00	\$300,00	\$3.600,00
Gas (tanque)	\$92,00	\$1.840,00	\$22.080,00
TOTAL	\$134,00	\$2.680,00	\$32.160,00

Realizado por: Ortiz, A, 2023

3.2.5.4 Capital de operaciones

Es el dinero que la microempresa necesita para que sus operaciones funcionen sin interrupción cumpliendo con sus gastos continuos.

Tabla 3-15: Gatos mensuales de producción

Denominación	Costo total (\$)	%
Material directo (materia prima)	\$24.900,00	32%
Mano de obra	\$19.750,00	26%
Servicios básicos	\$32.160,00	42%
TOTAL	\$76.810,00	100%

Realizado por: Ortiz, A, 2023

Cada funda de cereal contiene 200 gramos de hojuelas extruidas de chocolate (0,2 kg), por lo que se considera que al día la empresa utilizara 50 kg para su producción, como resultado se obtendrán 250 paquetes del snack al día, al mes 5000 y al año 6000, es importante considerar estos datos para poder efectuar la validación económica del proyecto bajo la consideración antes mencionada.

Tabla 3-16: Cantidad de unidades de producción

Cantidad de cada unidad (Kg)	0,2
Cantidad utilizada a diario (kg)	50
Fundas de cereal diarias	250
Fundas de cereal mensuales	5000
Fundas de cereal anuales	60000

Realizado por: Ortiz, A, 2023

3.2.5.5 Cálculo de precio de venta público

$$PVP = \frac{\text{Costos Totales de Producción} / \text{Unidades}}{1 - MG}$$

$$PVP = \frac{1,28}{1 - 25\%}$$

$$PVP = \$1,83$$

Cada unidad de cereal de chocolate tiene un valor de \$1,83, lo que le permite a la empresa ingresar en el mercado como una gran competencia debido a su conveniente precio en comparación a otros productos vigentes en la actualidad.

3.2.5.6 Ingresos Anuales

Tabla 3-17: Costos para la puesta en marcha del proyecto

Se considera los ingresos mensuales para calcular la ganancia mensual por venta para las hojuelas extruidas de chocolate.

Producto	Cantidad de unidades que sale al mercado	Precio de Venta	Ingresos diarios \$	Ingresos semanales \$	Ingresos mensuales \$	Ingresos anuales \$
Hojuelas extruidas de chocolate	250	1,83	457,20	2286,01	9144,05	109728,57

Realizado por: Ortiz, A, 2023

Tabla 3-18: Ganancias anuales

Ingresos anuales	\$109.728,57
Costos anuales	\$76.810,00
Utilidad neta	\$32.918,57

Realizado por: Ortiz, A, 2023

3.2.5.7 Punto de equilibrio

Tabla 3-19: Valores anuales y costo de venta unitario

Costos Fijos Totales	\$51.910,00
Costos Variables Unitarios	\$0,42
Precio de Venta unitario	\$1,83

Realizado por: Ortiz, A, 2023

El punto de equilibrio se refiere al nivel de actividad en el cual los ingresos totales son iguales a los costos totales, lo que resulta en cero ganancias ni pérdidas, es decir, es el punto en el cual una empresa no obtiene beneficios ni sufre pérdidas, sino que cubre sus costos totales.

En el proceso de determinar el punto de equilibrio, se utilizan dos fórmulas fundamentales: la primera es la del punto de equilibrio en unidades (PEQ) la cual permite calcular la cantidad de unidades que una empresa necesita vender para cubrir todos sus costos fijos y variables y la segunda es el punto de equilibrio en valor (PEM) que se define como la cantidad total de las ventas necesarias para alcanzar el punto de equilibrio y se expresan de la siguiente manera:

$$PEQ = \frac{\text{Costos Fijos Totales}}{\text{Precio de venta Unitario} - \text{Costo variable unitario}}$$
$$PEQ = \frac{\$51\,910,00}{\$1,83 - \$0,42}$$
$$PEQ = 36\,716 \text{ unidades}$$
$$PEM = \frac{CFT}{1 - \frac{CVT}{VT}}$$

Donde:

PEM = punto de equilibrio

CFT = costos fijos totales

CVT = costos variables totales

VT = ventas totales estimadas al año

$$PEM = \frac{\$51\,910,00}{1 - \frac{\$0,42}{\$1,83}}$$
$$PEM = \$67.147,31$$

Para llegar al punto de equilibrio la microempresa Agus Snack debe comercializar o vender 36 716 unidades lo que representaría una cantidad de \$67.147,31 para evitar pérdidas y comenzar a generar ganancias logrando así un equilibrio financiero, conocer estos valores es fundamental

debido a que proporcionan una comprensión clara de cuánto debe producir y vender la compañía para evitar pérdidas y mantenerse estable.

3.2.5.8 Utilidad neta

Son las ganancias que genera la venta de las hojuelas extruidas de chocolate, se estima una proyección de 5 años para saber en cuanto tiempo se recuperará la inversión fija implementada en la microempresa.

Entonces, se estima que se tendrá un reajuste del 2,0 % y las ventas incrementarán en un 2,5%, hay que considerar los cambios que existen en el mercado lo que puede producir un aumento de precios y competencia, es por ello que se realiza esa estimación.

Tabla 3-20: Proyección de ventas y costos anuales

Ventas anuales	2,5%
Costos anuales	2,0%

Realizado por: Ortiz, A, 2023

Tabla 3-21: Flujo de caja en 5 años proyectados

Parámetro	Años Proyectados				
Ventas anuales	\$109.728,57	\$112.471,79	\$115.283,58	\$118.165,67	\$121.119,81
Costo de producción anual	\$76.810,00	\$78.346,20	\$79.913,12	\$81.511,39	\$83.141,61
Utilidad neta o flujo de carga	\$32.918,57	\$34.125,59	\$35.370,46	\$36.654,28	\$37.978,20

Realizado por: Ortiz, A, 2023

3.2.5.9 Valor actual neto (VAN)

Representa el valor de todos los flujos de efectivo futuros y el valor presente de sus salidas de efectivo durante un periodo determinado.

Se debe tener en cuenta lo siguiente:

$VAN < 0$ el proyecto genera pérdidas por lo que debería ser rechazado

$VAN > 0$ el proyecto es viable obteniendo ganancias

$VAN = 0$ el proyecto no genera ni beneficios ni pérdidas

Se calcula el VAN mediante la siguiente fórmula:

$$I = \frac{F}{(1 + i)^n}$$

Donde:

$I =$ inversión de cada año

$F =$ flujo de cada estimado en cada año
 $i =$ tasa de interes que se exige a la inversión
 $n =$ numero de periodos de tiempo (años)

En la Tabla 18.3 se presenta los valores calculados del valor actual neto con una estimación de una tasa de interés del 10% (0,10)

Tabla 22-3: Valor actual neto

Inversión inicial		\$80.600,00			
Año	Tiempo (n)	Flujo de caja	Interés	Ecuación	I
	0	-\$80 600,00	10%		-\$80 600,00
2023	1	\$32 918,57		$I = \frac{F}{(1+i)^n}$	\$29 925,97
2024	2	\$34 125,59			\$28 202,96
2025	3	\$35 370,46			\$26 574,35
2026	4	\$36 654,28			\$25 035,37
2027	5	\$37 978,20			\$23 581,47
TOTAL				VAN	\$52 720,13

Realizado por: Ortiz, A, 2023

Se tiene un VAN de \$52 720,13 es decir se recupera la inversión inicial para una tasa de 10%, con un excedente de \$52 720,13.

3.2.5.10 Tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa de descuento a la que los rendimientos de un proyecto se vuelven iguales a su inversión inicial.

Se debe considerar los siguientes criterios

$TIR < 0$ el proyecto es rechazado

$TIR > 0$ el proyecto es aceptado

$TIR = 0$ el proyecto indistinto

El porcentaje del TIR se calcula mediante Microsoft Excel, como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 23-3: Tasa interna de retorno

Inversión inicial		-\$80.600,00
Flujo de caja	2023	\$32.918,57
	2024	\$34.125,59
	2025	\$35.370,46
	2026	\$36.654,28
	2027	\$37.978,20
TIR		33%

Realizado por: Ortiz, A, 2023

Se obtiene un TIR de 33% , un valor mayor a la tasa de interés del 10% por ello se concluye que el proyecto es factible de realizarse.

Tabla 24-3: Comprobación del TIR

Inversión inicial		\$80.600,00			
Año	Tiempo (n)	Flujo de caja	Interés	Ecuación	I
	0	-\$80 600,00	10%	$I = \frac{F}{(1+i)^n}$	\$32 918,57
2023	1	\$32 918,57			\$25 658,34
2024	2	\$34 125,59			\$19 995,74
2025	3	\$35 370,46			\$15 580,08
2026	4	\$36 654,28			\$12 137,46
2027	5	\$37 978,20			\$12 137,46
TOTAL				TIR	\$106 290,26

Realizado por: Ortiz, A, 2023

3.2.5.11 Periodo de recuperación del proyecto

Hace referencia a la cantidad de tiempo que le tomaría a un inversionista recuperar el costo inicial de un proyecto.

Tabla 25-3: Periodo de recuperación

Años	Flujo de Caja	Flujo acumulado
0	-\$80 600,00	-\$80 600,00
1	\$32 918,57	-\$47 681,43
2	\$34 125,59	-\$13 555,84
3	\$35 370,46	\$21 814,61
4	\$36 654,28	\$58 468,90
5	\$37 978,20	\$96 447,09

Realizado por: Ortiz, A, 2023

$$PDR = 1 + \frac{|\text{último periodo acumulativo negativo}|}{\text{flujo de caja del año siguiente}}$$

$$PDR = 1 + \frac{|13\ 555,84|}{34\ 125,59}$$

$$PDR = 1,397$$

Agus Snack tiene previsto recuperar su inversión en el segundo año de operaciones y anticipa el inicio de la generación de ganancias a partir del tercer año. Este análisis se centra en el periodo de recuperación de la inversión de la empresa.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Dimensionamiento de los equipos

A continuación, se detalla las especificaciones adecuadas para cada equipo que se utiliza en el proceso:

Tabla 4-1: Datos del Tanque de mezclado

Tanque de mezclado	
Potencia	0,20 hp
Capacidad	0,26 m ³
Altura	1,32 m
Altura óptima de mezclado	0,5 m
Volumen óptimo de mezclado	0,19 m ³
Agitador	
Diámetro del agitador	0,165 m
Altura del agitador	1 m
Distancia entre la base de tanque y agitador	0,165 m
Distancia entre paletas	0,42 m
Altura de las paletas	0,033 m
Ancho de las paletas	0,041 m

Realizado por: Ortiz, A, 2023

Tabla 4-2: Datos del Extrusor

Extrusor de doble tornillo	
Capacidad máxima (kg)	100-150 kg
Velocidad	60 rev/min
Consumo de energía	25-35 kw/h
Potencia Total	33,5 Kw
Potencia de calentamiento	10 Kw
Motor principal	22 Kw
Motor de corte	0,75 Kw
Motor alimentador	0,75 Kw
Longitud del tornillo	7 m
Volumen de la tolva	81,5 L
Ancho de la garganta de alimentación	97,5 mm
Largo de la garganta de alimentación	45,5 mm
Presión máxima del tornillo extrusor	4,52 mPa
Gradiente de temperatura	1,089 W

Realizado por: Ortiz, A, 2023

Tabla 4-3: Datos del Secador de túnel rotario

Secador de túnel rotario	
Capacidad máxima (kg)	150 kg
Revoluciones por minuto del cilindro	47,39
Diámetro externo cilindro	0,78 m
Diámetro interno cilindro	0,40 m
Longitud del secador	3,77 m
Diámetro de la tolva	0,59 m
Altura de la cubierta del secador	0,77 m
Ancho de la cubierta del secador	0,91 m
Largo de la cubierta del secador	3,16 m

Realizado por: Ortiz, A, 2023

4.1.2. Caracterización de las hojuelas extruidas de chocolate

Tabla 4-4: Requisitos bromatológicos

Parámetro	Valores Referenciales NTE INEN 2561:2010	Resultado
Humedad %	5	3,5
Grasa %	40	3,3
Índice de peróxidos meq O_2/kg (en la grasa extraída)	10	2,5
Colorantes	Permitidos en NTE INEN 2074	-

Fuente: (NTE-INEN-2561 2010)

Realizado por: Ortiz, A, 2023

En la Tabla 4-4, se realiza una comparación entre los valores obtenidos mediante la caracterización fisicoquímica del maíz empleada de forma experimental a nivel de laboratorio y los valores máximos que requiere la NTE INEN 187 concluyendo que los valores se encuentran dentro de rango que pide la norma, lo que garantiza que el producto es apta para el consumo humano.

Tabla 4-5: Requisitos microbiológicos

Requisito	n	c	m	M	Resultado
Recuento estándar en placa, ufc/g	5	2	10^3	10^2	< 0,01
Mohos, ufc/g	5	2	10	10^2	< 0,01
E coli ufc/g	5	0	< 10		Ausencia

Fuente: (NTE-INEN-2561 2010)

Realizado por: Ortiz, A, 2023

En la Tabla 4-5, se efectúan los análisis microbiológicos del producto final para los cuales el valor obtenido está dentro del rango especificado por la norma, por lo que se concluye que el snack de maíz es apto para las personas.

4.1.3. Análisis de la Factibilidad Económica

Con base al análisis de la factibilidad económica mediante la cual se analizó los costos de los equipos y maquinarias, materia prima, servicios básicos , mano de obra , es decir todos los gastos requeridos para producir las hojuelas extruidas de chocolate , teniendo en cuenta dichas cantidades se efectuó el cálculo del TIR y el VAN y se determina que para un lote de producción será de 400 unidades , cada unidad tiene un costo de \$ 1,83 teniendo un margen de ganancia del 33% por lo que el proyecto es rentable y la inversión se recupera en un tiempo corto de 2 años.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se diseñó el proceso industrial para la elaboración de hojuelas extruidas de chocolate a base de griz de maíz con una producción de 100 kg/h equivalente a 442 unidades de cereal por lote con un rendimiento de 88,51% lo que garantiza una productividad eficaz y eficiente en la microempresa Agus Snack.
- Se realizó la caracterización físico química y microbiológica del maíz mediante la norma técnica NTE INEN 187-2013, concluyendo así que todos los valores obtenidos a nivel de laboratorio están dentro del rango establecido, lo que indica que se está dando cumplimiento a las normas técnicas.
- Se identificaron las variables que intervienen en el proceso como la presión, tiempo temperatura, potencia y velocidad, las cuales al ser manipuladas y controladas de una manera adecuada resultan sustanciales en el proceso para obtener un producto consistente y bajo las condiciones requeridas.
- Se aplicaron cálculos ingenieriles mediante el dimensionamiento del proceso, teniendo en cuenta a los equipos principales que intervienen en el procesamiento como es el tanque de mezcla con un volumen de 260 L , el extrusor y el secador de túnel rotatorio con una capacidad máxima de 150 kg/h con la finalidad de lograr una eficiente línea de producción que resulte en un producto de alta calidad.
- Se realizó la validación técnica del diseño propuesto mediante la caracterización fisicoquímica y microbiológica del producto con base a la NTE INEN 2561-2010, por lo que se determinó que el producto cumple con los estándares de la norma establecido, por lo tanto, el producto es apto para el consumo humano. La factibilidad económica se determinó mediante el análisis del TIR y VAN del proyecto propuesto teniendo valores del TIR de 33%, y del VAN de 52 720,13 \$ del que se establece un tiempo de retorno de la inversión de 2 años con un producto de venta al público con un precio de 1,83 *ctvs*.

5.2. Recomendaciones

- Incorporar nuevos productos y sabores a la línea de producción de snacks a base de griz de maíz para generar tendencias en el mercado y satisfacer las preferencias de los consumidores.
- Adoptar tecnologías y herramientas que puedan mejorar la eficiencia operativa como la automatización de procesos para ahorrar tiempo y recursos.

- Implementar programas de mantenimiento preventivo estableciendo un conjunto de acciones planificadas para garantizar el buen funcionamiento de los equipos.
- Establecer estrategias de sostenibilidad ambiental como el uso eficiente de recursos, reciclaje, gestión de residuos, promoción de hábitos sostenibles.

BIBLIOGRAFÍA

AČKAR, Đ. “Cocoa Shell: A By-Product with Great Potential for Wide Application”. *Molecules* [en línea], 2018, (Estados Unidos), vol. 9 (23), Pp. 28. [Consulta: 20 noviembre 2023]. DOI 10.3390. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29890752/>.

BALENTIĆ J. “Resolving the problem of poor expansion in corn extrudates enriched with food industry by-products.” *Innovative Food Science & Emerging Technologies* [en línea], 2018, (Croatia), vol. 47 (17), Pp, 74. [Consulta: 20 noviembre 2023]. DOI 10.1016. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466856417313504>.

AKINYEMI, T. “Extruded breakfast cereal from finger millet flour blends: Nutritional composition, in-vivo protein quality assessment and biochemical indices of rat fed. NFS Journal.” *NFS Journal* [en línea], 2022, (Nigeria), vol. 29 (35), Pp, 82. [Consulta: 20 noviembre 2023]. DOI 10.1016. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352364622000256>.

GONZÁLEZ, F. “PROCESO DE FABRICACION DE LA HARINA PRECOCIDA DE MAIZ” [en línea], 2016, (Venezuela), vol. 2 (5), Pp, 37. [Consulta: 20 noviembre 2023]. DOI 10.1016. Disponible en: <https://docplayer.es/47971644-Proceso-de-fabricacion-de-la-harina-precocida-de-maiz.html>.

GUO Q. “Extruded corn soy blends: physicochemical and molecular characterization”. *Journal of Cereal Science*. [en línea], 2018, (China), vol. 79 (5), Pp, 347 [Consulta: 20 noviembre 2023]. DOI 10.1016. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0733521017308238>.

NTE INEN 2013. 187 Cereales y Leguminosas, Maíz Requisitos. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Disponible en: <https://library.co/document/yr0o198y-cereales-y-leguminosas-maiz-en-grano-requisitos.html>.

INEN 2051:2013. Cereales y leguminosas. Maíz molido, sémola, harina, gritz. Requisitos. Primera revisión 2013. pp. 7–12. Disponible en: <https://ia601900.us.archive.org/8/items/ec.nte.2051.1995/ec.nte.2051.1995.pdf>.

JONES M. “Automating uniformity trials to optimize precision of agronomic field trials”. *Agronom* [en línea], 2021, (España), vol. 11 (6), Pp,57. [Consulta: 20 noviembre 2023]. DOI

10.1016. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/6>.

MARIN J. “Apuntes de diseño de máquinas.”. *Agronom* [en línea], 2008, (México), vol. 197 (6), Pp,273. [Consulta: 20 noviembre 2023]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=KEyDAMa_0ngC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false.

MAUPOEY, P. “Introducción Al Secado De Alimentos Por Aire Caliente”. *Introducción Al Secado De Alimentos Por Aire Caliente*. [en línea], 2001, (España), vol. 7 (2), Pp,73. [Consulta: 20 noviembre 2023]. Disponible en: https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8b523c5-4970-4ae6-b2a3-86f576e81359/TOC_4092_02_01.pdf?guest=true.

NTE-INEN-2561. “Bocaditos de Productos Vegetales. Requisitos”. *Norma Tecnica Ecuatoriana - Instituto Ecuatoriano de Normalización*. 2010. pp. 1–6. Disponible en: <https://archive.org/details/ec.nte.2561.2010>.

ONWULATA, C. “EXTRUDED CORN MEAL AND WHEY PROTEIN CONCENTRATE: EFFECT OF PARTICLE SIZE”. *Journal of Food Processing and Preservation*. [en línea], 2006, (Colombia), vol. 30 (4), Pp,63. [Consulta: 20 noviembre 2023]. Disponible en: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1745-4549.2005.00082.x>.

RETAMOZO H. “Universidad Nacional Mayor de San Marcos Universidad Nacional Mayor de San Marcos”. *Laboratorio de Fisicoquímica*. [en línea], 2016, (Colombia), vol. 30 (4), Pp,63. [Consulta: 20 noviembre 2023]. Disponible en: <https://toaz.info/doc-view>.

VALIENTE, A. *Manual del Ingeniero Químico*. Limusa. [En línea] ISBN 968-18-4487-4. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/manual-del-ingeniero-quimico-antonio-valiente-jaime-noriega-5-pdf-free.html>.

GONZALES G. “Aplicación de la tecnología de extrusión en productos con alto contenido en proteína”. *UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA*. [en línea], 2020, (España), vol. 7 (3), Pp,63. [Consulta: 20 noviembre 2023]. Disponible en: <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/150018/Murillo%20-%20Aplicación%20de%20la%20tecnología%20de%20extrusión%20en%20productos%20con%20alto%20contenido%20en%20proteína.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

VALVERDE M. “aplicación de la tecnología de extrusión en productos con alto contenido en proteína”. *UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA*. [en línea], 2020, (España), vol. 8 (3), Pp,82. [Consulta: 20 noviembre 2023]. Disponible en: <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/150018/Murillo%20-%20Aplicación%20de%20la%20tecnología%20de%20extrusión%20en%20productos%20con%20alto%20contenido%20en%20proteína.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

PEREZ F. “Estudio del valor nutritivo de hojuelas de maíz bajo una perspectiva interdisciplinaria de las ciencias”. *Química viva*. [en línea], 2012, (Argentina), vol. 11 (2), Pp,125. [Consulta: 20 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86323613005>.

WARREN L. “Operaciones unitarias en ingeniería química”. *Journal of Chemical Information and Modeling*. [en línea], 2013, (México), vol. 53 (9), Pp, 324. [Consulta: 20 noviembre 2023]. Disponible en: <http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/14698.pdf>.



ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS DE LA HUMEDAD DEL MAÍZ



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE INGENIERIA QUÍMICA



INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Fecha: 09 de mayo del 2023

Análisis solicitado por: Ana Teresa Ortiz Suárez

Laboratorio: Bromatología de la Facultad de Ciencias

Tema: “Diseño del proceso de elaboración de hojuelas extruidas de chocolate en la microempresa Agus Snack”

Tipo de muestras: Maíz (*Zea Mays L.*)

Localidad: Riobamba

Análisis Físicoquímico

Determinaciones	Unidades	Método	Valores Referenciales NTE INEN 187 2013	Resultados
Humedad	%	INEN 187	Max. 13,0	10,495

Atentamente.

BQF. PAMELA MORALES
RESPONSABLE TÉCNICO LABORATORIO

ANEXO B: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL MAÍZ



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA: INGENIERÍA QUÍMICA
INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS



Fecha: 22 de junio del 2023

Análisis solicitado por: Ana Teresa Ortiz Suárez

Laboratorio: Análisis del Agua

Tema: "DISEÑO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE HOJUELAS EXTRUIDAS DE CHOCOLATE EN LA MICROEMPRESA AGUS SNACK"

Tipo de muestra: Maíz (*Zea Mays L.*)

Localidad: Riobamba

Análisis físicos del maíz

Determinaciones	Método	Valores Referenciales (%) NTE INEN 187 2013	RESULTADOS (%)
Materias orgánicas extrañas % (m/m)	NTE INEN 187	Max. 1,5	0,35
Materias inorgánicas extrañas % (m/m)	NTE INEN 187	Max. 0,5	0,04
Suciedad % (m/m)	NTE INEN 187	Max. 0,1	< 0,01
Granos defectuosos % (m/m)	NTE INEN 187	Max. 7	0,54
Granos infectados % (m/m)	NTE INEN 187	Max. 0,5	0,064
Otros granos	NTE INEN 187	Max. 2	< 0,01

Atentamente.

DRA. GINA ALVAREZ

RESPONSABLE TÉCNICO LABORATORIO

ANEXO C: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA PROTEÍNA



LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS
QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS

ANÁLISIS SOLICITADO POR: Srs. Cristian Silva, María José Terán, Ana Ortiz, Lia Andrade y Ramón Cevallos

TIPO DE MUESTRA: Maíz amarillo (*Zea mays L*)

FECHA DE RECEPCIÓN: 21 de agosto del 2023

PROCEDENCIA: Cantón Guano

EXAMEN FÍSICO

ATRIBUTO	Maíz Morado
Color	Amarillo intenso, presencia de granos de color claro
Aspecto	Gránulos brillantes tamaño homogéneos, presencia de material extraño

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	Valores de referencia	RESULTADOS
Proteína (BS)	%	INEN 519	Min. 8	9.87

RESPONSABLE:


Dra. Gina Álvarez R.



El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

*La muestra fue receptada en laboratorio.

Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid
Contáctanos: ☎0998580374 ☎032 942 322
Saqmic Laboratorio
Riobamba - Ecuador

saqmie

ANEXO D: ANÁLISIS DE CALIDAD DEL MAÍZ



CERTIFICADO DE CALIDAD GRITZ DE MAIZ

1. Datos Informativos.

Proveedor: GRUPO SIMAA
Dirección: Vía San Andres Uchanchi, Riobamba
Ciente: YUPI
Dirección: Guayaquil - Guayas

2. Descripción del producto.

Nombre comercial del producto: GRITZ DE MAIZ
Lote: 3115623
Forma de conservación: Ambiente
Fecha de producción: 05/06/2023
Fecha de caducidad: 05/12/2023
Cantidad: 15000Kg

Producto apto para consumo humano

3. Análisis Realizados.

ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS		
	UNIDAD	RESULTADO
Humedad	%	11,36
Grrasa	%	0.90
Proteína	%	8.2
Cenizas	%	0.42

ANÁLISIS DE FACTORES TOXICOS			
	METODOS	UNIDAD	RESULTADO
Aflatoxinas	Microelisa	ppb	1.1
Vomitoxinas	Microelisa	mg/Kg	>0.50

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
	UNIDAD	RESULTADO
Malla # 18	%	27,37
Malla # 20	%	29,8
Malla # 30	%	36,6
Malla # 40	%	4,52
Malla # 50	%	0,56
Malla # 60	%	0,39
Platillo	%	0,37

MATERIA EXTRAÑA		
	RESULTADO	LIMITE
Plagas	Ausencia	Ausencia
Partículas extrañas	Ausencia	Ausencia

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO			
	METODOS	UNIDAD	RESULTADO
<i>Mohas y Levaduras</i>	PETRFILM	UFC/g	30
<i>Bacillus cereus</i>	PETRFILM	UFC/g	Ausencia
<i>E. coli</i>	PETRFILM	UFC/g	Ausencia
<i>Salmonella</i>	PETRFILM	UFC/25g	Ausencia

Ing. Luis Shagnay
ANALISTA LABORATORIO.

ANEXO E: ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DEL GRITZ DE MAÍZ



SEIDLABORATORY CÍA. LTDA.

SERVICIO INTEGRAL DE LABORATORIO

www.seidlaboratory.com.ec

INFORME DE ENSAYO NR. 227209

INFORMACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
CLIENTE:	SIMAA CIA.LTDA.		
DIRECCION:	CHIMBORAZO / GUANO / SAN ANDRES /		
TIPO DE MUESTRA:	GRITZ DE MAIZ		
TIPO DE PRODUCTO:	GRITZ DE MAIZ		
FECHA DE ELABORACION:	03.05.2021	FECHA DE CADUCIDAD:	03.11.2021
LOTE:	1112121	FORMA DE CONSERVACION:	AMBIENTE
CONTENIDO DECLARADO:	25kg, 45kg, 50kg		
MATERIAL DE ENVASE:	SACOS DE POLIPROPILENO		

INFORMACION DE LA MUESTRA			
CODIGO LABORATORIO:	227209-1	CONTENIDO ENCONTRADO:	1880.2g (Muestra para análisis)
FECHA RECEPCION:	21/05/11	FECHA INICIO ENSAYO:	21/05/11
CONDICIONES AMBIENTALES DE LLEGADA DE LA MUESTRA:	Temperatura 20C°	MUESTREO: Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió	

TAMAÑO DE PORCION:			
30g			
ENSAYOS FISICO QUIMICOS	METODO	UNIDAD	RESULTADO
Humedad	SEF-H (AOAC 925.09)	%	13.78
Proteína F= 6,25	SEF-PDU (AOAC 993.01)	%	6.40
Grasa	SEF-G (AOAC 922.06)	%	1.38
Acidos Grasos Saturados	SEIN-PL1 (AOAC 963.22)	%	0.25
Acidos Grasos Monoinsaturados	SEIN-PL1 (AOAC 963.22)	%	0.43
Acidos Grasos Polinsaturados	SEIN-PL1 (AOAC 963.22)	%	0.70
Grasa trans	CG-M.I	%	0.00
Ceniza	SEF-C (AOAC 923.03)	%	0.73
Fibra	M. INTERNO (AOAC 978.10)	%	1.76
Carbohidratos	CALCULO	%	77.71
Energía Total	CALCULO	kJ/100g	1481
Sodio	SEI-MIN (AOAC 999.11)	mg/100g	0.00
Colesterol	SEIN-CL1 (AOAC 994.10)	mg/100g	0.00
Azúcares totales	SEIN-AZU (AOAC 977.20)	%	0.00

Datos tomados del cuaderno P Pág. 315 / H-RG-02 Pág. 369 / GE-RG-03 Pág. 194 / C-RG-04 Pág. 194 / PL RG-15 Pág. 46 / COL-RG-14 pág. 52 / MIN-RG-12 pág. 538 / AZU RG-20 pág. 37 / F RG-05 Pág. 99

Sodio <4 mg/100g.
Colesterol <0.4 mg/100g.
Azúcares totales <4 mg/100g.

INCERTIDUMBRE:			
PARÁMETRO FISICO QUIMICO	INCERTIDUMBRE	PARÁMETRO FISICO QUIMICO	INCERTIDUMBRE
HUMEDAD	L±0.10% (Rangos menores al 5%) L±0.04% (Rangos mayores al 5%)	GRASA	L±0.31% (Rangos menores al 1%) L±0.11% (Rangos menores al 10%) L±0.04% (Rangos mayores al 10%)
PROTEINA	L±0.06%	CENIZA	L±0.11% (Rangos ≤ al 1.5%) L±0.04% (Rangos mayores al 1.5%)

La incertidumbre expandida reportada está basada en una incertidumbre típica multiplicada por un factor de cobertura K=2, proporcionando un nivel de confianza de aproximadamente un 95%.

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote.

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado.

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico.

Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra.

Atentamente,

21/05/21
FECHA EMISION

Firmado digitalmente por: NORMA EDITH AMORES AMORES Fecha y hora: 2021-05-21 16:03:12

Página 1 de 2

Confidencialidad e Imparcialidad
Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s). Información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.
Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio
Muestras perecibles: 8 días calendario. Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.
Información
Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:
Dirección de Calidad: directordecalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General: gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente: servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec
Melchor Toza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483145 - 0995450911 - 0992750633



ANEXO F: ANÁLISIS NUTRICIONAL DEL GRITZ DE MAÍZ



INFORME DE ENSAYO NR. 227209

INFORMACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
CLIENTE:	SIMAA CIA.LTDA.		
DIRECCION:	CHIMBORAZO / GUANO / SAN ANDRES /		
TIPO DE MUESTRA:	GRITZ DE MAIZ		
TIPO DE PRODUCTO:	GRITZ DE MAIZ		
FECHA DE ELABORACION:	03.05.2021	FECHA DE CADUCIDAD:	03.11.2021
LOTE:	1112121	FORMA DE CONSERVACION:	AMBIENTE
CONTENIDO DECLARADO:	25kg, 45kg, 50kg		
MATERIAL DE ENVASE:	SACOS DE POLIPROPILENO		

INFORMACION DE LA MUESTRA			
CODIGO LABORATORIO:	227209-1	CONTENIDO ENCONTRADO:	1880,2g (Muestra para análisis)
FECHA RECEPCION:	21/05/11	FECHA INICIO ENSAYO:	21/05/11
CONDICIONES AMBIENTALES DE LLEGADA DE LA MUESTRA:	Temperatura 20C°	MUESTREO: Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió	

INFORMACION NUTRICIONAL			
Tamaño por porción en g.	30		
Porción por envase	833		
Energía (Calorías) ...kJ	419	100 (kcal)	
Energía de grasa (Calorías de grasa)...kJ	21	5 (kcal)	
		% Valor Diario*	
Grasa Total 0,5 g	1 %		
Acidos grasos saturados 0 g	0 %		
Acidos grasos - trans 0 g			
Acidos grasos mono insaturados 0 g			
Acidos grasos poli insaturados 0 g			
Colesterol 0 mg	0 %		
Sodio 0 mg	0 %		
Carbohidratos Totales 23 g	8 %		
Fibra 1 g	4 %		
Azúcares Totales 0 g			
Proteína 2 g	4 %		
*Los porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 8380 KJ (2000 calorías). Sus valores diarios pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades calóricas.			
	Energía	8380 kJ	10,475 kJ
	Calorías	2000 kcal	2500 Cal
Grasa Total	Menos que	65 g	80 g
Grasa Saturada	Menos que	20 g	25 g
Colesterol	Menos que	300 mg	300 mg
Sodio	Menos que	2400 mg	2400 mg
Potasio	Menos que	3500 mg	3500 mg
Carbohidratos Totales		300 g	375 g
Fibra alimentaria		25 g	30 g
kJ por gramo (Calorías por gramo):			
Grasa 37 kJ	Carbohidratos 17 kJ	Proteína 17 kJ	

Atentamente,

21/05/21
FECHA EMISION

Firmado digitalmente por: NORMA EDITH AMORES AMORES Fecha y hora: 2021-05-21 16:03:12

Página 2 de 2

Confidencialidad e Imparcialidad

Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s). Información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes, en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Información

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad: directordecalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General: gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente: servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec
Mejhor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483145 - 0995450911 - 0992750633



ANEXO G: ANÁLISIS DE CONTAMINANTES DEL GRITZ DE MAÍZ



INFORME DE ENSAYO NR.277454

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
Cliente:	SIMAA CIA.LTDA.		
Dirección:	CHIMBORAZO / GUANO / SAN ANDRES /		
Nombre Producto :	GRITZ DE MAIZ		
Fecha de Elaboración:	2023-05-02	Fecha de Caducidad:	2023-11-02
Lote:	4112223	Contenido Declarado:	ND
Material Envase:	FUNDA PLÁSTICA ANUDADA	Forma de Conservación:	Ambiente
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Código Laboratorio :	277454-1	Contenido Encontrado:	740.6 Gramos
Fecha Recepción:	2023/05/05	Fecha Inicio Ensayo:	2023/05/05
Condiciones Ambientales de llegada de la muestra:	22 °C	Muestreo:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS FFQQ	MÉTODO	ACREDITACIONES		UNIDAD	RESULTADO
		A2LA	SAE		
AFLATOXINA	MICROELISA	*	*	ppb (ug/kg)	<5
FUMONISINA	SE.MI	*	*	ppm (mg/kg)	<1

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación"

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

"SEIDLaboratory CIA LTDA no se responsabiliza por la información declarada por el cliente"

- Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente.

23/05/16

FECHA EMISIÓN

Firmado digitalmente por: ANA
GABRIELA VALENCIA MURGUJEYTIQ
Fecha y hora: 2023-05-16 16:35:27

Muestra 277454-1 de 277454-1

Pg 1 / 1

Confidencialidad e Imparcialidad

Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

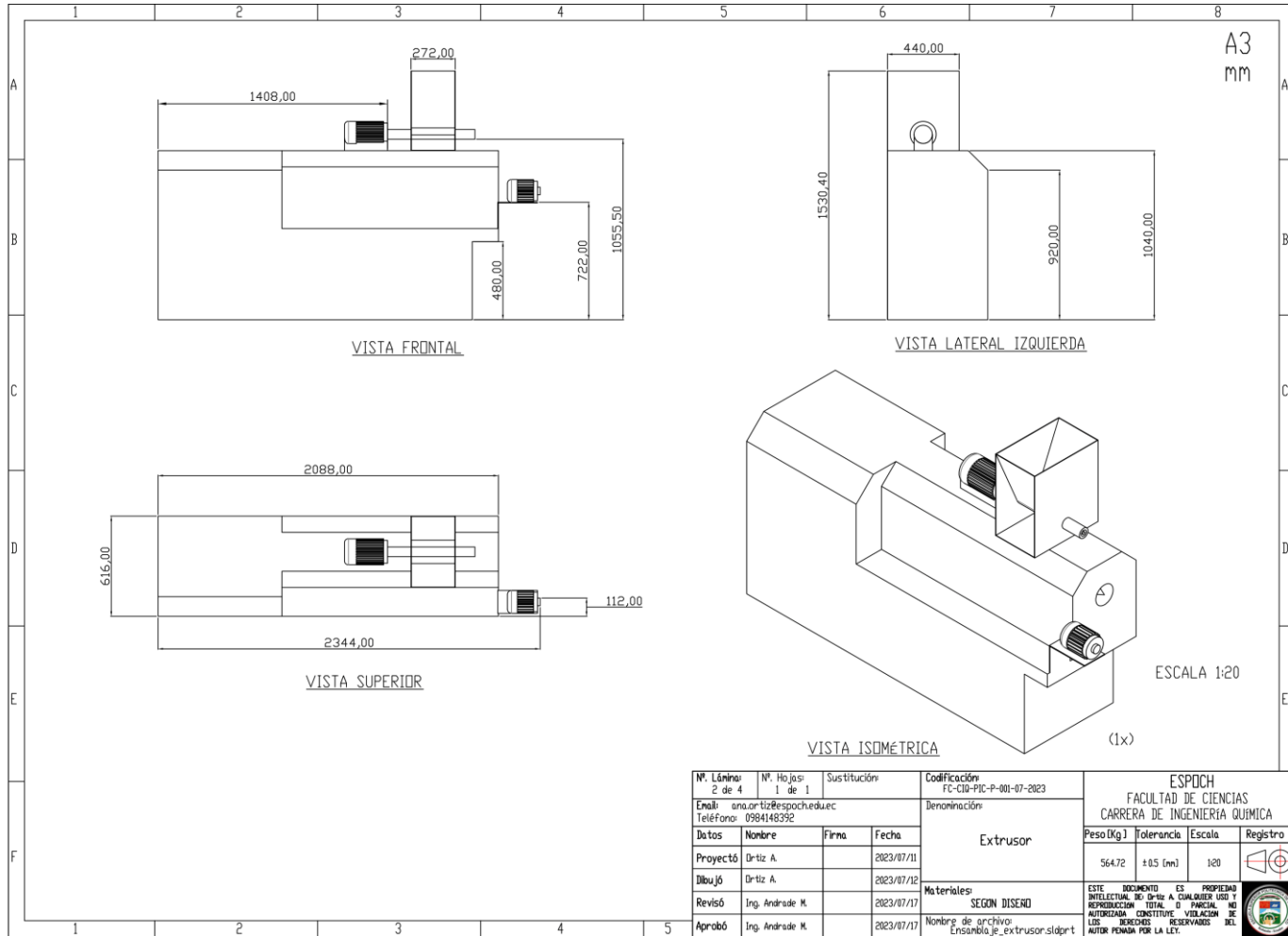
Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

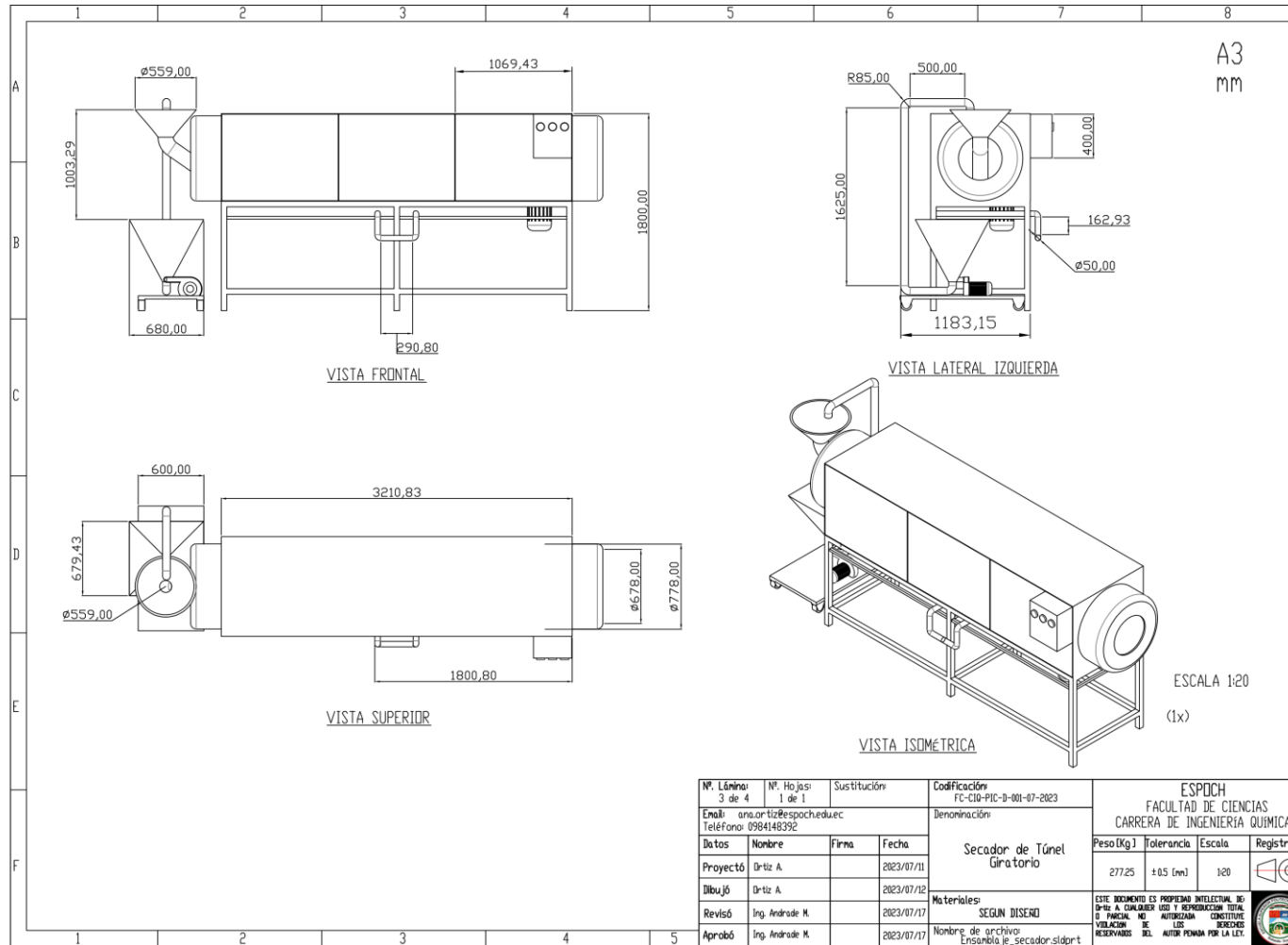
Dirección de Calidad: directorcalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General: gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente: servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec
Melchor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483145 - 0995450911 - 0992750633



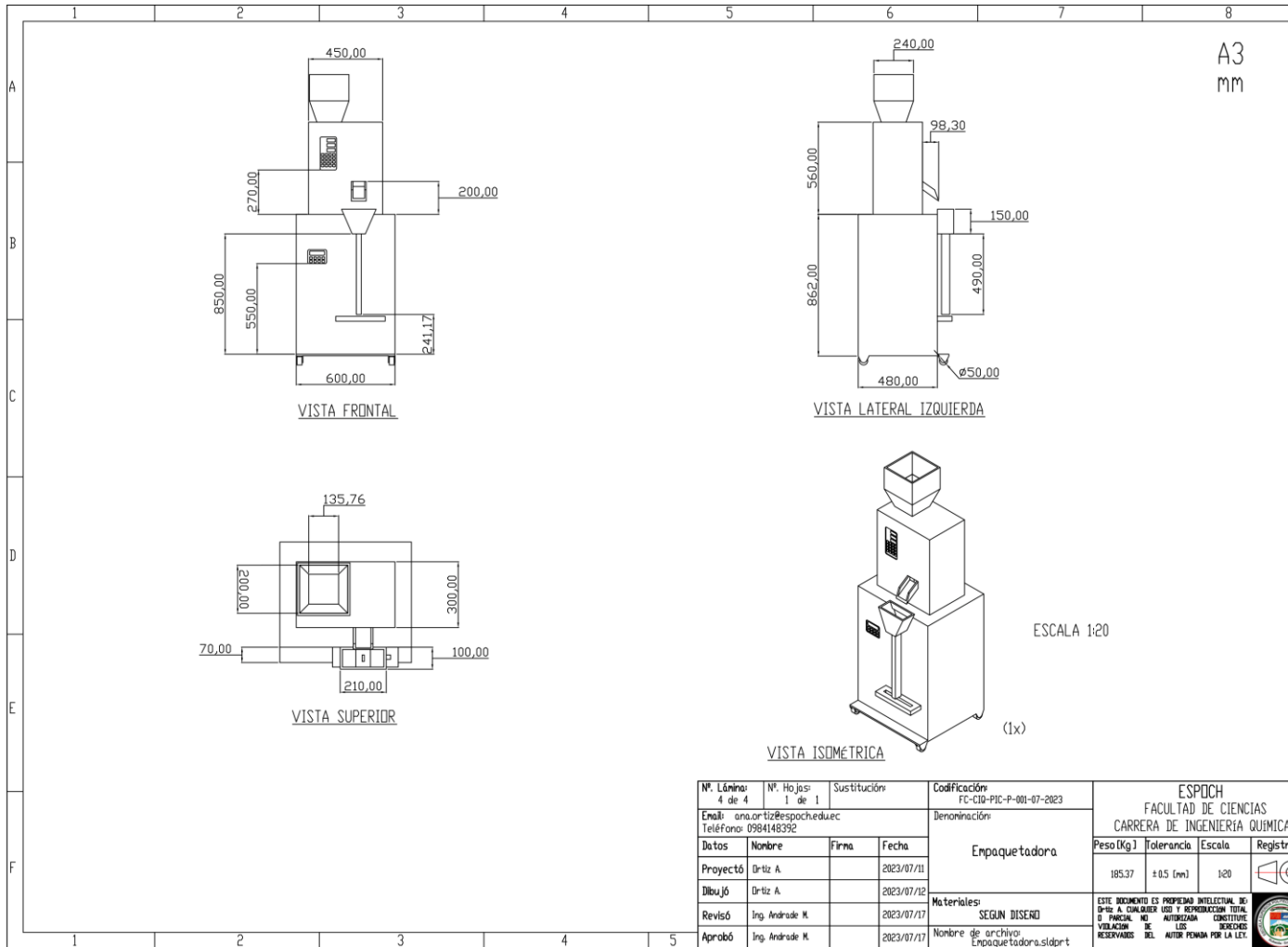
ANEXO E: PLANO DEL EQUIPO EXTRUSOR



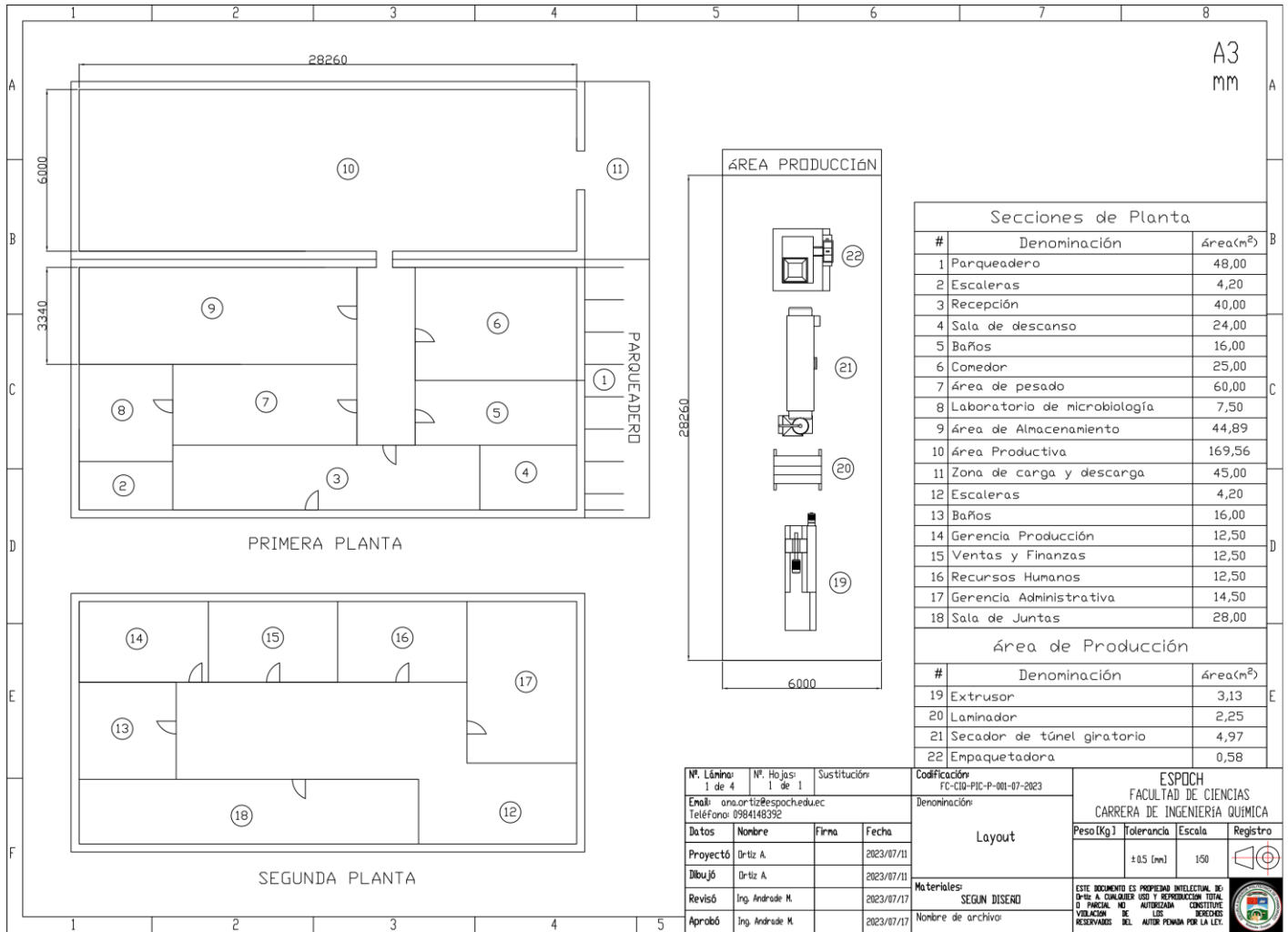
ANEXO F: PLANO DEL EQUIPO SECADOR DE TUNEL ROTATORIO



ANEXO H: PLANO DE LA EMPAQUETADORA



ANEXO I: LAYOUT DE LA MICRO EMPRESA




A3
mm

Secciones de Planta		
#	Denominación	Área(m ²)
1	Parqueadero	48,00
2	Escaleras	4,20
3	Recepción	40,00
4	Sala de descanso	24,00
5	Baños	16,00
6	Comedor	25,00
7	Área de pesado	60,00
8	Laboratorio de microbiología	7,50
9	Área de Almacenamiento	44,89
10	Área Productiva	169,56
11	Zona de carga y descarga	45,00
12	Escaleras	4,20
13	Baños	16,00
14	Gerencia Producción	12,50
15	Ventas y Finanzas	12,50
16	Recursos Humanos	12,50
17	Gerencia Administrativa	14,50
18	Sala de Juntas	28,00

Área de Producción		
#	Denominación	Área(m ²)
19	Extrusor	3,13
20	Laminador	2,25
21	Secador de túnel giratorio	4,97
22	Empaquetadora	0,58

Nº. Lámina: 1 de 4	Nº. Hojas: 1 de 1	Sustituciones	
Email: ana.ortiz@espocheduc			
Teléfono: 0984148392			
Datos	Nombre	Firma	Fecha
Proyectó	Ortiz A.		2023/07/11
Dibujó	Ortiz A.		2023/07/11
Revisó	Ing. Andrade M.		2023/07/17
Aprobó	Ing. Andrade M.		2023/07/17

Codificación FC-CIB-PIC-P-001-07-2023	ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA		
Denominación Layout	Peso(Kg)	Tolerancia	Escala
		±0,5 (mm)	1:50
Materiales: SEGUN DISEÑO	ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE D-IZ A. CUALQUIER USO Y REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACION DE LOS DERECHOS RESERVADOS DEL AUTOR PENADA POR LA LEY.		
Nombre de archivos			



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 31 / 01 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Ana Teresa Ortiz Suárez
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Química
Título a optar: Ingeniera Química
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo



2296-DBRA-UPT-2023