



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA REBANADORA DE
PAPAS CHIPS”**

**Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del
Título de Ingeniero Electromecánico**

Autores:

Casa Toaquiza Segundo Fernando

Clavijo Clavijo Henry David

Tutor:

Ing. Laurencio Alfonso Héctor Luís, PhD

Latacunga – Ecuador

2018



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros: **Casa Toaquiza Segundo Fernando** y **Clavijo Clavijo Henry David** declaráramos ser autores del presente proyecto de investigación: “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA REBANADORA DE PAPAS CHIPS**”, siendo el Ing. Laurencio Alfonso Héctor Luis PhD tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....
Casa Toaquiza Segundo Fernando

C.I: 0503989419

.....
Clavijo Clavijo Henry David

C.I: 1724549249



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA REBANADORA DE PAPAS CHIPS", de Casa Toaquiza Segundo Fernando y Clavijo Clavijo Henry David, de la carrera Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación,

Latacunga, Febrero del 2018

El Tutor

Ing. Laurencio Alfonso Héctor Laris, Ph.D



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y aplicadas; por cuanto, los postulantes: Casa Toaquiza Segundo Fernando y Clavijo Clavijo Henry David con el título de Proyecto de titulación: **"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA REBANADORA DE PAPAS CHIIPS"** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Febrero de 2018

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Nombre: Mg. Raúl Reinoso

CC: 0502150899

Lector 2

Nombre: Mg. Fabián Cargua

CC: 0603797672

Lector 3

Nombre: Mg. Paúl Corrales

CC: 0502347768

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas y a todos los docentes por impartir sus conocimientos permitiéndome así formarme como profesional. Al Ing. Laurencio Alfonso Héctor Luis. PHD, por su apoyo incondicional, su paciencia, su espíritu de enseñanza y su participación en la realización de este trabajo. A mi compañero Segundo Casa que fue parte fundamental en la realización del proyecto.

HENRY

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación va dedicado a Dios quien me brindo la vida, la salud y las fuerza para cumplir con esta meta.

A mi valiente padre David Clavijo por creer en mí y darme todo su apoyo incondicional.

A mi maravillosa hermana Jessica y sobrina Ángela que gracias a sus ánimos me alentaban a continuar y no decaer en mis estudios además a mi querida tía Inés por toda su ayuda en mis estudios.

A mí amada Karen por su compañía en los momentos más difíciles.

HENRY

AGRADECIMIENTO

Un infinito agradecimiento en primer lugar a dios por darme la fortaleza necesaria para sacar este proyecto adelante. A la Universidad Técnica de Cotopaxi por brindarme la oportunidad de superarme profesional y académicamente al igual que a todos y cada uno de mis docentes, asimismo al Ing. Laurencio Alfonso Héctor Luis. PHD, tutor académico del presente proyecto y sobre todo mil gracias al Ing. Manuel Alomoto por enseñarme que se puede llevar la ingeniería a distintos niveles por su apoyo incondicional, su paciencia, y por llegar a ser como un padre para mí, y espero que dios lo bendiga.

A Henry Clavijo, por ser un buen compañero y parte primordial en el desarrollo de este proyecto.

FERNANDO

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mis queridos padres por su infinita comprensión y ternura. A mis hermanos en especial a mi hermanita Carmita por entenderme y apoyarme en todo momento durante este arduo y difícil proceso.

Así mismo a mis amigos en especial a mi amiguita Rosana por darme ánimos y su infinita confianza espero que diosito la cuide mucho porque es una persona única y especial gracias por creer en mí

FERNANDO

ÍNDICE

1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. RESUMEN	2
3. JUSTIFICACIÓN	3
4. BENEFICIARIOS:	3
5. PROBLEMA:	3
Formulación del problema.....	4
6. OBJETIVOS:.....	4
General.....	4
Específicos.....	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	4
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
Objetivo de la fundamentación.....	7
Antecedentes del rebanado de papas	7
Rebanado manual para la elaboración de papas chips.....	8
Inconvenientes del rebanado manual.....	9
Trabajos relacionados al tema	9
Aspectos generales de la materia prima	11
Importancia de la papa.....	12
La papa en Ecuador	12
Elaboración de papas chips.....	12
Requerimientos para la industrialización de la papa	12
Rebanado de papas chips	12
Características de elaboración de papas chips	13
Requerimientos para máquinas rebanadoras	13
Capacidad de una máquina rebanadora	14

Descripción de tareas que realiza una máquina rebanadora	15
Parámetros de diseño para máquinas	15
Operación de máquinas rebanadoras de papas	16
Mantenimiento.....	16
Materiales recomendados para procesamiento de alimentos.....	16
Aceros inoxidables	17
Ventajas del acero inoxidable.....	17
Procesos de soldadura en aceros inoxidables	17
Procedimiento de soldadura y parámetros de operación	18
Sistemas de corte y movimiento para máquinas rebanadoras	19
Sistema de rebanado	19
Sistema simple de poleas con correa	19
Sistema pistón-cilindro para avance autónomo	20
Motor eléctrico	20
Elementos para la protección del motor y control eléctrico	22
Botonera ON/OFF	22
Relé Térmico	22
Contactor	22
Criterios de selección del conductor.....	23
Corriente máxima que debe transportar el sistema eléctrico	23
9. PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS	23
Operalización de las variables	23
Variable independiente	23
Variable dependiente	23
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	24
Métodos	24
Técnicas	24

Instrumentos	24
Descripción de las funciones de la máquina.....	24
Dosificación:.....	24
Sujeción:	25
Rebanado:	25
Descargado:	25
Accionamiento:.....	25
Recibir potencia y transmitirla:	25
Alcance de producción de la máquina rebanadora de papas chips.....	25
Requerimientos para el diseño de la máquina rebanadora de papas.....	25
Dimensiones de la máquina:.....	25
Rebanado de la papa:	25
Capacidad de la maquina:.....	26
Tipo de papas:.....	26
Etapa de rebanado:	26
Accionamiento de la maquina:	26
Dimensionamiento de la máquina rebanadora de papas chips.	26
Determinación del diámetro máximo de la papa	27
Parámetros de diseño	27
Parámetros mecánicos del diseño	28
Sistemas de transmisión mecánica	28
Correas de transmisión	28
Rodamientos	29
Sistema de rebanado	30
Sistema de avance autónomo.....	30
Estructura principal de la máquina	30
Sistema eléctrico de la máquina	31

Selección de los componentes del sistema eléctrico	31
Determinación de la potencia del motor.....	31
Diseño de los sistemas de la máquina	32
Determinación de la velocidad de operación.....	32
Determinación de la fuerza y resistencia de corte.	32
Diseño del sistema de rebanado	34
Disco porta cuchillas	34
Diseño del árbol de transmisión	35
Determinación del sistema de transmisión por poleas	38
Relación de transmisión	39
Selección de las chumaceras para el eje de transmisión.....	39
Diseño de la estructura metálica.....	40
Construcción de la máquina	41
Dimensionamiento de la estructura	41
Diseño de la cámara de alimentación	41
Determinación de la densidad de la papa	42
Transmisión de potencia.....	43
11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	43
Demostración de hipótesis.....	43
Resultados de las mediciones	44
Diámetros de las papas	44
Fuerza de corte de la papa	45
Densidad de la papa.....	45
Análisis de cálculos para el diseño	45
Resultados del cálculo de la potencia requerida para el motor.....	46
Análisis de cálculos para la cámara de alimentación	47
Simulación de torsión máxima del eje.....	47

Resultados de operación de la máquina.....	48
12. IMPACTOS	49
13. PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO	49
Costo de materiales.....	49
Materiales eléctricos	50
Materiales Adicionales	51
Costos de fabricación.....	51
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
Conclusiones.....	52
Recomendaciones	53
15. BIBLIOGRAFÍA	53
16. ANEXOS	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Instrumento típico para el rebanado de papas chips.....	9
Figura 2. Máquina despulpadora de frutas	10
Figura 3. Máquina de lavado y cortado de zanahoria.....	10
Figura 4. Máquina peladora rotatoria de maní tostado.....	11
Figura 5. Máquina peladora de cebollas	11
Figura 6. Textura de rebanado de papas chips	13
Figura 7. Sistema de gestión de seguridad alimentaria	14
Figura 8. Soldadura en aceros inoxidables	18
Figura 9. Sistema de poleas con correa	20
Figura 10. Elementos típicos de un pistón.....	20
Figura 11. Sentido de giro de las bobinas.....	21
Figura 12. Botonera on- off	22
Figura 13. Contactor	22
Figura 14. Instrumento de medición de diámetros de la papa	27
Figura 15. Posición de la papa para medir el diámetro máximo	27
Figura 16. Prueba de rebanado parte lateral de la papa	34
Figura 17. Disco porta cuchillas en autocad.....	34
Figura 18. Eje de transmisión en autocad.....	37
Figura 19. Características de una chumacera	39
Figura 20. Determinación del volumen de la papa.....	43
Figura 21. Simulación del eje para el árbol de transmisión.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de sistema de tareas por objetivos	5
Tabla 2. Operalización variable independiente	23
Tabla 3. Operalización variable dependiente	24
Tabla 4. Velocidades mínimas para el rebanado	32
Tabla 5. Fuerzas de corte según el material.....	33
Tabla 6. Comprobación del funcionamiento de la máquina.....	43
Tabla 7. Medición de diámetros	44
Tabla 8. Mediciones obtenidas en la prueba de rebanado	45
Tabla 9. Medición del volumen de la papa.....	45
Tabla 10. Cálculos del sistema de corte	46
Tabla 11. Cálculos de la potencia del motor	46
Tabla 12. Descripción del motor eléctrico.....	46
Tabla 13. Descripción de los elementos para protección del circuito eléctrico	47
Tabla 14. Cálculos del sistema de transmisión por poleas	47
Tabla 15. Cálculos para la cámara de alimentación	47
Tabla 16. Costo de material para la estructura de la máquina.....	49
Tabla 17. Costo de materiales para el sistema de corte	50
Tabla 18. Costo de materiales para el sistema de transmisión	50
Tabla 19. Costo de materiales eléctricos	51
Tabla 20. Costo de materiales adicionales.....	51
Tabla 21. Costos totales de fabricación	51

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “Diseño y construcción de una máquina rebanadora de papas chips”

Autores:

Casa Toaquiza Segundo Fernando

Clavijo Clavijo Henry David

RESUMEN

En la actualidad la provincia de Cotopaxi es una de las principales productoras de papas del país, uno de los principales productos que se realiza a base de esta materia prima son las papas chips, el cual lo realizan principalmente los pequeños microempresarios de la zona, la producción de este producto es aprovechada para la venta en paradas de buses y pequeñas tiendas, al no contar con una maquinaria adecuada para poder rebanar las papas, debido a que las máquinas existentes en el mercado son de costo elevado y de uso industrial. Este proyecto se realizó tomando en cuenta los antecedentes mencionados relacionados al cultivo y producción de papas chips Este proyecto surge por la necesidad de contar con una herramienta que sea mecánica, higiénica, de sencilla operación, resistente y productiva, también que sea barata y de sencilla instalación para negocios pequeños del cantón Saquisilí. Inicialmente se realiza un estudio básico de las papas, con la finalidad de conocer las características principales de la materia prima para obtener las papas chips. Se realiza el diseño de una máquina rebanadora de papas chips con una capacidad de rebanado de 150 kg en una hora, con espesores de rebanado que varían de 2 a 3 mm. Teniendo en cuenta que la rebanadora procesara de 4 a 5 en un solo rebanado.

Palabras claves: Rebanadora, papas chips, diseño.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

Theme: “A chip slicing machine design and building”

Authors:

Casa Toaquiza Segundo Fernando

Clavijo Clavijo Henry David

ABSTRACT

Currently the Cotopaxi province is one of the potatoes main producers in the country, chip potatoes are one of the principal products that are made from this raw material, which is mainly made by small micro-entrepreneurs in the area, the production of this product is used for saling in bus stops and small shops, not having adequate machinery to slice the potatoes, because the existing machines in the market are high cost and industrial use. Taking into account this background this research was made related to potato chips cultivation and production. This research arises from the need having a mechanical, hygienic, easy to operate, resistant and productive tool also that is cheap and simple installation for small businesses in Saquisilí canton. Initially a basic study of the potatoes is carried out, with purpose of knowing the main characteristics of the raw material to obtain potato chips. A chip slicing machine design with a slicing capacity of 150 kg in one hour, with slicing thicknesses ranging from 2 to 3 mm, is carried out. Taking into account that the slicer processed from 4 to 5 in a single sliced.

Key words: Slicer, potato chips, design.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotacachi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de titulación al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **CASA TOAQUIZA SEGUNDO FERNANDO** y **CLAVIJO CLAVIJO HENRY DAVID**, cuyo título versa "Diseño y construcción de una máquina rebanadora de papas chips", lo realizan bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 01 de febrero del 2018
Atentamente,

Msc. Lidia Rebeca Yugla Lema
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0502652340



PROYECTO DE TITULACIÓN II

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título: Diseño y construcción de una máquina rebanadora de papas chips

Fecha de inicio: Octubre-2017

Fecha de finalización: Febrero-2018

Lugar de ejecución: Universidad Técnica de Cotopaxi.

Facultad que auspicia: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia: Ingeniería Electromecánica

Proyecto de investigación: No vinculado

Equipo de Trabajo:

Tutor del Proyecto Investigación:

- Nombre: Ing. Laurencio Alfonso Héctor Luís, PHD
- Celular: 0998978168
- Correo electrónico: hector.laurencio@utc.edu.ec
- Dirección: Latacunga

Coordinador del Proyecto:

- Nombre: Clavijo Clavijo Henry David
- Celular: 0995831451
- Correo electrónico: henry.clavijo9@utc.edu.ec

Coordinador del Proyecto:

- Nombre: Casa Toaquiza Segundo Fernando
- Celular: 0998134743
- Correo electrónico: segundo.casa9@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

52 Ingeniería y profesiones afines

07 Ingeniería, Industria y Construcción

071 Ingeniería y Profesiones Afines

08 Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

081 Agricultura

0811 Producción agrícola y ganadera

Línea de investigación:

Procesos Industriales

Esta línea de investigación está enfocada a promover el desarrollo de tecnologías y procesos en alimentos de consumo humano, que permitan mejorar el rendimiento productivo de la elaboración de las papas chips, en productos de alto valor añadido, fomentando la producción industrial más limpia y el diseño de nuevos sistemas de producción industrial. A la vez diseñar sistemas de producción de bienes y servicios de las empresas públicas y privadas, con el fin de contribuir al desarrollo socioeconómico del país y al cambio de la matriz productiva de la zona

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Sistemas Electromecánicos

Esta sublínea de investigación está enfocada a la automatización, control y protección de sistemas y procesos, los cuales reemplazan a los métodos tradicionales de producción de alimentos para lograr mejores beneficios.

2. RESUMEN

Este proyecto se enfoca en el diseño y construcción de una máquina rebanadora de papas chips para reducir el tiempo y desperdicio de materia prima en el proceso de rebanado. La máquina contará con una estructura metálica donde se acoplará un sistema de transmisión de velocidad por poleas, un disco porta cuchillas, una cámara de alimentación, un pistón apisonador y un motor monofásico. En la máquina se podrá rebanar papas con un diámetro máximo de 10 mm, el rebanado de la papa se realizará de forma mecánica con una capacidad aproximada de rebanado de 150Kg/h. La máquina será económica y de fácil instalación para que los productores de papas chips del cantón Saquisilí puedan operarla de una manera adecuada y sencilla.

3. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio de investigación se justifica técnicamente porque pretende disminuir el elevado tiempo empleado en el rebanado de papas chips, el desperdicio de materia prima y la falta de mecanización en este proceso.

Con este proyecto se busca mejorar esta actividad que actualmente se la realiza artesanalmente lo que toma mucho tiempo al proceso de rebanado de la papa chips.

Este proyecto dará una solución a los problemas que se presentan en el proceso de rebanado de la papa chips, debido al método artesanal que se utiliza actualmente, la solución se la dará con la aplicación de procesos mecánicos.

Esta investigación busca disminuir el tiempo que se emplea en el rebanado de la papa mediante el diseño de un mecanismo para el rebanado, que también reducirá el esfuerzo del hombre que se necesita en este proceso cuando se lo realiza artesanalmente.

4. BENEFICIARIOS:

Beneficiarios directos

El diseño y construcción de la máquina rebanadora de papas chips dará un beneficio directo a los microempresarios del cantón Saquisilí que expenden el producto en la panamericana, sector “Cárcel regional de Latacunga”.

Beneficiarios indirectos

Además este proyecto ayudará a mejorar el ingreso económico de las familias de los microempresarios que venden las papas chips en el ingreso al cantón Saquisilí.

5. PROBLEMA:

En la actualidad la provincia de Cotopaxi registra un gran número de microempresas y vendedores ambulantes de papas chips que son elaboradas en forma ondulada y expandidas en fundas plásticas, debido a la falta de recursos económicos y maquinaria adecuada para la elaboración de este producto los vendedores realizan esta actividad de forma artesanal lo que toma mucho tiempo al proceso de rebanado de papas chips además se desperdicia materia prima y existe mucho desgaste físico.

Este proyecto surge por la necesidad de contar con una herramienta que sea mecánica, higiénica, de sencilla operación, resistente y productiva, también que sea barata y de fácil instalación para negocios pequeños del cantón Saquisilí.

Formulación del problema

Cómo reducir el tiempo en el proceso de rebanado de papa chips y desperdicio de materia prima que se produce por el empleo de métodos artesanales y así obtener un rebanado uniforme de la papa para su posterior comercialización en las microempresas del cantón Saquisilí

6. OBJETIVOS:

General

- Diseñar y construir una máquina rebanadora de papas chips para reducir el tiempo en el proceso de rebanado de las papas chips y evitar el desperdicio de materia prima sin afectar las características del producto final.

Específicos

- Definir las características constructivas y de funcionamiento para el diseño de una máquina rebanadora de papas chips
- Establecer los parámetros y componentes necesarios para el diseño mecánico y eléctrico para obtener un rendimiento satisfactorio en el proceso de rebanado de las papas chips.
- Elaborar un juego de planos de la máquina rebanadora de papas chips para conocer el espacio físico que ocupara la misma

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

En el presente punto se describe las actividades y tareas que están relacionadas con los objetivos planteados para el diseño y construcción de una máquina rebanadora de papas chips para mejorar el proceso de rebanado y obtener mayores beneficios económicos para los expendedores de papas chips ubicados en la entrada del cantón Saquisilí.

Tabla 1. Tabla de sistema de tareas por objetivos

Objetivos	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad
Definir las características constructivas y de funcionamiento para el diseño de una máquina rebanadora de papas chips	<p>Investigar cual es la papa más utilizada para la elaboración de papas chips.</p> <p>Evaluar cual son los grosores de corte más utilizados para la elaboración de las papas chips.</p> <p>Conocer cuál es el tiempo empleado en el corte utilizando métodos manuales y cuál es el tiempo empleado por máquinas a nivel industrial.</p>	<p>Se conocerá la papa más empleada y así se obtendrán datos de diámetros para el diseño de las navajas y porta navajas.</p> <p>Se obtendrán los diámetros específicos con los que se diseñaran los ángulos de corte de las navajas.</p> <p>Obtenido los tiempos empleados al utilizar métodos artesanales e industriales se podrá estimar cual será el rendimiento de la máquina.</p>	<p>Se realizará consultas bibliográficas y catálogos de producción de papas chips.</p> <p>Se realizará pruebas de campo tomando mediciones del tiempo empleado por métodos artesanales.</p>
Establecer los parámetros y componentes de diseño necesarios en el ámbito eléctrico para obtener un rendimiento satisfactorio en el	<p>Identificar el tipo de instalación eléctrica del lugar donde se instalara la máquina.</p> <p>Elegir el tipo de motor que se empleara en la máquina según la</p>	<p>Con la identificación de las instalaciones se definirá que tipos de elementos eléctricos tendrá la máquina.</p> <p>Se identificará el motor monofásico</p>	<p>Se utilizará aparatos de medición eléctrica y se identificará el tipo de conexión que tienen los microempresarios en sus instalaciones.</p> <p>Se calculará la potencia que</p>

proceso de rebanado de la papa chips.	potencia que se requiere para el rebanado de papas chips.	para conexiones de 110 V que comúnmente está disponible para los pequeños y medianos productores.	consumirá la maquina en el proceso de corte por medio de la relación de transmisión de potencia.
Determinar el diseño mecánico de las partes móviles y fijas de la máquina rebanadora de papas chips.	Seleccionar el tipo de transmisión de movimiento que tendrá la máquina para el disco de corte.	Se podrá definir si es conveniente utilizar transmisión de potencia por medio de bandas y poleas.	Se calculará cual es la velocidad necesaria para realizar el corte a la papa.
Elaborar un juego de planos de la máquina rebanadora de papas para conocer el espacio físico que ocupara la misma.	Utilizar software de diseño por computadora para la elaboración de planos de despiece de la maquina rebanadora de papas. Verificar las condiciones de montaje de las partes de la máquina por medio de la visualización 3D en software asistidos por computadora.	Se obtendrá las medidas reales de las piezas de la máquina para poder interpretar su fabricación. Se podrá analizar los métodos para la unión de piezas móviles y fijas de la máquina.	Se realizará dibujo y diseño de piezas en 2D y 3D. Se analizará la estructura de la máquina por medio de vistas en diferentes perspectivas.
Realizar un manual de operación detallando el proceso de	Seleccionar la simbología adecuada tanto mecánica como	Se definirá cuáles son los pasos a seguir para accionar	Consulta de normas de seguridad y

accionamiento y verificación de fallas de la máquina para evitar daños en los elementos de la misma.	eléctrica para identificar el proceso de operación. Detallar el correcto funcionamiento de la máquina y cada uno de sus componentes y cual serían sus posibles averías y soluciones.	la máquina de una manera adecuada. Se identificará las condiciones de falla de funcionamiento a las cuales puede estar expuesta la máquina.	simbología eléctrica y mecánica Se establecerá las correctas posiciones de la máquina y del operador por medio del análisis ergonómico de la misma.
--	---	--	--

Elaborado por: Grupo investigador

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

En el presente punto se describirá los precedentes relacionados al diseño y fabricación de máquinas para el proceso de elaboración de alimentos para el consumo humano.

Objetivo de la fundamentación

Investigar en diferentes fuentes de consulta acerca de los trabajos realizados anteriormente, para la obtención de referencias técnicas y tecnológicas.

Antecedentes del rebanado de papas

En los últimos años el mundo ha iniciado una era de rápidos cambios y transformaciones que se han caracterizado por los progresos tecnológicos, industriales y socioeconómicos; estos avances han traído consigo el apareamiento de nuevas áreas de aplicación dentro del campo de la ingeniería, que es usada en áreas como la alimenticia dentro de la cual se halla la de comida rápida, en la fabricación de máquinas automáticas, semiautomáticas y mecánicas que realizan ciertas tareas difíciles para el hombre, tomando en cuenta tanto las propiedades de los materiales como la asepsia en la preparación de sus productos (Pinos, 2011).

Una de las ramas más importantes de la tecnología moderna es la tecnología de alimentos. En décadas pasadas, la gente ha gastado una gran cantidad de dinero y energía investigando varios métodos de procesamiento de alimentos. El procesamiento de alimentos no sólo envuelve la calidad de las materias primas, los procesos de manufactura, el empaque, el cambio químico

que puede ocurrir durante su almacenamiento, y las preferencias del consumidor, sino también la maquinaria y equipo utilizados en su procesamiento (Pinos, 2011).

En el país la industria alimenticia ha experimentado grandes cambios seguidos de un gran proceso de diversificación, que se ve reflejado en la acumulación de microempresas dedicadas a la producción y comercialización de productos alimenticios, muchas de ellas se sustentan con un alto porcentaje de trabajo manual que presenta un índice considerable de riesgo de accidentes. Además, existen las grandes empresas de procesamiento de alimentos que emplean acorde a su gran capital, tecnologías avanzadas en el proceso (Farinango, 2014).

En la actualidad se ha evidenciado el cambio de hábitos alimenticios de la población ecuatoriana debido al crecimiento urbanístico de la población, a la equidad de trabajos tanto para hombres y mujeres y a la influencia alimenticia de otros países. Este crecimiento ha hecho que la industrialización de la papa chips se convierta en una actividad económica cada vez más importante (Torres, 2013).

El volumen de producción a nivel nacional es 500 Ton aproximadamente, de esta producción el 11% es destinado a procesamiento. Donde el 11% es distribuido a la industria, restaurantes y negocios dedicados al procesamiento de la papa (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2013).

Los ecuatorianos consumen la papa en diferentes formas variadas: papas fritas en forma de hojuelas, a la francesa, congelada, pre-frita y enlatada. Además se obtienen diferentes materias primas para el área de medicina u otras aplicaciones. Las papas que tienen el mayor consumo son las nativas conocidas como bolona y chola es decir estas variedades tienen mayor preferencia y los más altos precios (INIAP, 2015).

En nuestro país la industrialización de la papa está constituida principalmente por las empresas que producen papa frita en hojuelas, industria de comida rápida, restaurantes y pollerías que tiene como acompañante de su plato principal a la papa, ya sea en bastón, horneada o cocinadas. La industria de hojuelas o chips requiere de aproximadamente 12.200 t de papa de los cuales Frito lay procesa el 90%. En los últimos 5 años, la cantidad de papa destinada a la industria, se elevó del 2 al 20 % en América del Sur y en Ecuador del 0.5 al 11 % (Torres, 2013).

Rebanado manual para la elaboración de papas chips

Grandes empresas han aumentado constantemente la calidad de sus productos a través de una mejora de maquinaria. Sin embargo, los microempresarios, debido a las limitaciones

económicas, se encuentran en una clara desventaja con respecto a la tecnología y volumen de producción, razón por la cual se ven obligados a adquirir máquinas costosas que no se ajustan a su presupuesto (Farinango, 2014).

Figura 1. Instrumento típico para el rebanado de papas chips



Fuente: (Farinango, 2014)

Inconvenientes del rebanado manual

El proceso de rebanado de la papa que se realiza de forma rudimentaria, requiere un gran esfuerzo para la producción diaria, demanda de tiempo extra en el proceso de producción y además la realización del proceso en forma manual representa un cierto riesgo de sufrir alguna lesión.

En la actualidad el proceso de rebanado de papas en microempresas se realiza casi en su totalidad de forma manual con inconvenientes tales como: pérdida de tiempo en el proceso, un corte defectuoso, molestias tanto físicas como ergonómicas que al realizar con frecuencia se ven reflejadas con molestias en la salud, riesgos de corte debido a la exposición directa con partes filas de los instrumentos dedicados al rebanado, a todo esto se le suma la manipulación constante del producto. Es por esto que se ha visto la necesidad de realizar la implementación de una máquina prototipo rebanadora de papas chips la cual logra beneficiar en gran escala la ejecución de esta actividad.

Trabajos relacionados al tema

En este proyecto se tomara en cuenta trabajos relacionados al tema para establecer los parámetros más importantes que ayuden con el diseño de la máquina.

- **Diseño y construcción de una máquina peladora de papas con capacidad de 100kg/h**

La máquina peladora de papas con capacidad de 100kg/h, se enfoca no solo en reducir costos y tiempo, sino, en cuidar la inversión de los pequeños productores y comerciantes, con sus características principales que son su forma cilíndrica y versátil; cuenta con tres

compartimientos, los cuales son de fácil instalación para su transporte y mantenimiento; ofreciendo seguridad para realizar el trabajo en el menor tiempo y con la mejor calidad (Rojas, 2015).

- **Diseño y construcción de una máquina despulpadora de frutas**

La máquina despulpadora de frutas tiene por objetivo cortar y refinar diferentes clases de frutas de una manera continua y eficiente, la capacidad requerida es de 200 kg/h que la convierte en un equipo industrial (Castro, 2014).

Figura 2. Máquina despulpadora de frutas



Fuente: (Castro, 2014)

- **Máquina de lavado y cortado de zanahoria para alimentación de vacas en producción lechera**

El proyecto tiene como finalidad reducir la actividad física y el tiempo del trabajador al momento de realizar el lavado y cortado de la zanahoria. La zanahoria es un alimento utilizado en el ganado bovino para mejorar la producción de leche (Bolaños, 2015).

Figura 3. Máquina de lavado y cortado de zanahoria



Fuente: (Bolaños, 2015)

- **Máquina peladora rotatoria de maní tostado para la industria artesanal**

El proyecto define el diseño e implementación de una máquina peladora de maní tostado que permite optimizar el proceso de pelado procurando no maltratar excesivamente los granos (Chamorro, 2014).

Figura 4. Máquina peladora rotatoria de maní tostado

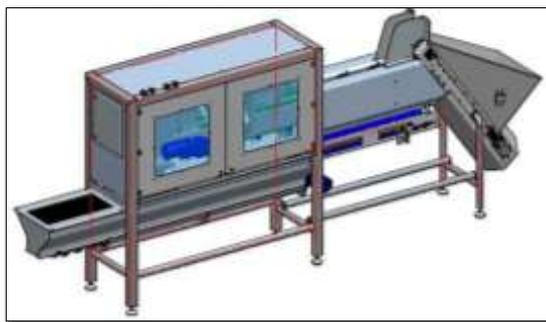


Fuente: (Chamorro, 2014)

- **Máquina peladora de cebollas**

El proyecto consiste en el diseño de una máquina que consiga separar las pieles de las cebollas. La máquina funciona de la siguiente manera, en primer lugar se introducen cebollas en un elevador que las sube una a una a un puesto de trabajo donde se encuentra un operario, cuya función es colocar las cebollas sobre unos platos posicionándolas en el sentido correcto para su corte (Sanz, 2015).

Figura 5. Maquina peladora de cebollas



Fuente: (Sanz, 2015)

Aspectos generales de la materia prima

La papa es un alimento versátil y tiene un gran contenido de carbohidratos, es popular en todo el mundo y se prepara y sirve en una gran variedad de formas. Recién cosechada, contiene un 80% de agua y un 20% de materia seca. Entre el 60% y el 80% de esta materia seca es almidón. Respecto a su peso en seco, el contenido de proteína de la papa es análogo al de los cereales, y

es muy alto en comparación con otras raíces y tubérculos. Además, la papa tiene poca grasa (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2013).

Importancia de la papa

La papa es un cultivo milenario que presenta un rol fundamental en la cadena alimenticia global, por su alto valor nutritivo, adaptabilidad a diversos climas y sistemas de cultivo, es uno de los diez alimentos de mayor producción en los países en desarrollo. La papa produce un alimento más nutritivo en menos tiempo, con menos tierra y en climas más difíciles que cualquier otro cultivo importante. Hasta un 85% de la planta es comestible para las personas, en comparación con el 50 % en el caso de los cereales (INIAP, 2015).

La papa en Ecuador

En Ecuador, un total del 0,4 % del territorio de uso agropecuario, se dedica a la producción de papa lo que corresponde a 56.000 ha², el 84,4 % se encuentra en manos de pequeños productores con extensión de tierra de entre 1 a 5 ha, el 8,3 % en productores que poseen de 5 a 10 ha, el 6,2 % en productores que poseen de 10 a 50 ha, y tan solo el 1,1 % del total de hectáreas de cultivo están en manos de productores grandes con extensiones de más de 50 ha (INIAP, 2015)

Elaboración de papas chips

La papa utilizada para la industrialización es aquella que se encuentra en su etapa de madurez, y que contiene una alta gravedad específica y alto contenido de sólidos. El valor de la gravedad específica está directamente relacionado con el rendimiento y la calidad en cuanto a textura interna de los productos procesados, como las hojuelas (PROFECO, 2013).

Requerimientos para la industrialización de la papa

La papa previamente a su procesamiento, es sometida a una serie de exigencias, lo cual tiene por finalidad conseguir un rebanado uniforme de “hojuelas” y obtener la mayor rentabilidad en el proceso de transformación (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2013).

Rebanado de papas chips

Se define como proceso de rebanado de la papa a la etapa donde se produce el corte de las patatas en láminas delgadas. Las patatas se introducen en la tolva de alimentación de la máquina cortadora y se van dosificando para entrar en contacto con las cuchillas.

Después del corte, aparecen láminas pequeñas y trozos que no son aptos para utilizarlos. Para eliminarlos se utiliza una mesa vibratoria con criba, de manera que si la lámina no se ajusta a las dimensiones prefijadas es descartada (Pinos, 2011).

Características de elaboración de papas chips

La exigencia del consumidor hoy en día es muy alto esto hace que cada vez se mejoren las características de las papas chips como excelente sabor, altamente nutritivo y saludable, textura fina y frescas todas estas cosas hacen que el producto tenga una mayor aceptación en el mercado.

Figura 6. Textura de rebanado de papas chips



Fuente: (INIAP, 2015)

Con la elaboración de la máquina se mejorara una de las principales características que es la textura debido a que se realiza un rebanado delgado manteniendo un espesor relativamente uniforme de las rebanadas en un menor tiempo conservando las propiedades de la papa sin dejar a un lado la parte de limpieza y seguridad de las personas al momento del rebanado de las papas chips (INIAP, 2015).

Requerimientos para máquinas rebanadoras

Los parámetros de diseño y construcción una máquina rebanadora de papas chips son descripciones que debe cumplir la máquina y se encuentran establecidas por los requerimientos que se deben cumplir en el proceso de alimentos de consumo humano.

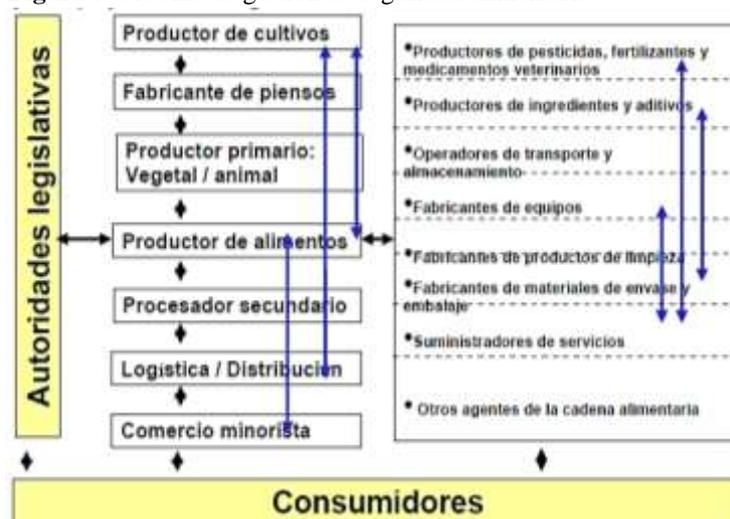
Las cuchillas que rebanan las papas chips deben contar con un reducido deterioro del filo garantizando un corte adecuado del producto, además, deberá ser de un material capaz de no causar daño alguno a las personas que consuman el producto, puesto que van a estar en contacto directo con el alimento cumpliendo con las normas ISO 22000 correspondiente al Sistema de Gestión de Inocuidad de los Alimentos (Pillajo, 2014).

- **Elementos principales de la norma ISO 22000:**

El estándar consta de 8 elementos principales:

- Alcance
- Normativa de Referencia
- Términos y definiciones
- Sistema de Gestión de Seguridad Alimentaria
- Responsabilidad de la Dirección
- Gestión de Recursos
- Planificación y realización de productos seguros
- Validación, verificación y mejora del Sistema de Gestión de la Calidad

Figura 7. Sistema de gestión de seguridad alimentaria



Fuente: (ISO, 2016)

El alcance está focalizado en las medidas de control que deben ser implantadas para asegurar que los procesos realizados por la organización cumplen con los requisitos de seguridad alimentaria establecidos por los clientes así como los de carácter legal.

Los tipos de organizaciones en la cadena alimentaria a los que les puede aplicar este estándar son aquellos que están directa o indirectamente implicados en una o más etapas de la cadena, independientemente del tamaño y complejidad de la organización (ISO, 2016).

Capacidad de una máquina rebanadora

Una máquina rebanadora deberá tener una capacidad de producción de rebanado óptimo y garantizado, este tipo de máquina trabajara de acuerdo la cantidad de lote de papas que posean los comerciantes que requieran elaborar productos alimenticios; las rebanadoras deberán

trabajar 8 horas diarias o lo que decida el comerciante, el rebanado se debe realizar sin forzar a la máquina (Farinango, 2014).

Descripción de tareas que realiza una máquina rebanadora

Las funciones de la máquina van a estar enfocadas para realizar trabajos bajo los requerimientos de los microempresarios que producen snack que son los siguientes:

- Obtener una mayor cantidad de rebanadas de chips en un menor tiempo.
- Conseguir un rebanado de manera rápida y sencilla evitando tener molestias físicas que habitualmente se las tenía al realizar esta actividad de forma artesanal.
- Minimizar los riesgos de sufrir cortes al realizar el rebanado.
- Incluir un sistema que permita el avance autónomo del producto hacia las cuchillas para su posterior rebanado.

Parámetros de diseño para máquinas

Los parámetros de diseño y construcción de una máquina rebanadora de papas chips son acciones que debe cumplir la máquina y se encuentran establecidas por los microempresarios y comerciantes de papas chips que se detallan a continuación.

Las cuchillas que rebanan las papas deben contar con un reducido deterioro del filo garantizando un corte adecuado del producto, además, deberá ser de un material capaz de no causar daño alguno a las personas que consuman el producto, puesto que van a estar en contacto directo con el alimento cumpliendo con las normas que rigen actualmente en la elaboración de alimentos en el Ecuador (Castro, 2014).

Además se debe tener en cuenta otros parámetros para el buen funcionamiento de una máquina:

- La máquina no debe ocupar mucho espacio físico
- Evitar el desperdicio de materia prima por rebanados defectuosos
- La velocidad del disco de corte debe ser constante permitiendo un rebanado de la papa uniforme.
- El proceso de operación de la máquina debe de ser sencillo y realizable por cualquier operador.

- Debe cumplir con normas de seguridad industrial que garanticen que el operador no ponga en peligro su integridad.

Operación de máquinas rebanadoras de papas

La operación una máquina debe ser de fácil maniobrabilidad, las actividades que se realizan en estas máquinas van a ser repetitivas lo que ayuda a una correcta operación por parte de la persona que la utilice.

La seguridad, el funcionamiento y una larga vida útil de la misma como de sus componentes dependen de la correcta manipulación de los mismos. Es por esta razón que el operador debe guiarse por el manual de operación, el mismo que consta con una guía antes, durante y después de realizar el rebanado (Farinango, 2014).

Mantenimiento

Uno de los aspectos más importantes en el diseño de una máquina es la parte del mantenimiento puesto que debe ser fácil de ejecutar y no ocasione costos elevados al momento de realizar las actividades para prevenir fallas en sus componentes. Los aspectos más importantes a tomarse en cuenta en el mantenimiento de una máquina son los siguientes:

- Los periodos de reparaciones o cambio de piezas sean largos.
- Las componentes a utilizar en la construcción de la misma deben ser de fácil reposición y se encontrará con facilidad.
- Para los elementos de sujeción del eje se debe buscar los componentes apropiados para evitar tener constantes periodos de lubricación seguidos.
- Dentro del plan de mantenimiento debe existir un proceso de encendido para que el operador verifique el buen funcionamiento de la máquina antes de empezar a trabajar en ella.

Materiales recomendados para procesamiento de alimentos

La inocuidad de los alimentos se refiere a la existencia de peligros asociados a los alimentos en el momento de su consumo (ingestión por los consumidores). Como la introducción de peligros para la inocuidad de los alimentos puede ocurrir en cualquier punto de la cadena alimentaria, es esencial un control adecuado a través de toda la cadena alimentaria. Así, la inocuidad de los alimentos está asegurada a través de la combinación de esfuerzos de todas las partes que participan en la cadena alimentaria (INEN, 2012).

Aceros inoxidables

El acero inoxidable es una aleación de hierro y carbono que contiene por definición un mínimo de 10,5% de cromo. Algunos tipos de acero inoxidable contienen además otros elementos aleantes. Los principales son el níquel y el molibdeno.

Para aumentar la resistencia a la corrosión el cromo puede aumentarse y pueden añadirse otros elementos tales como níquel o molibdeno. El grado de impenetrabilidad de la capa de óxido en ciertos ambientes depende no sólo de la composición de la aleación, sino también en el medio específico, de la temperatura de éste, y de la concentración del agente corrosivo (BONNET, 2015).

Ventajas del acero inoxidable

- Los aceros de baja aleación, resisten a la corrosión en condiciones atmosféricas; los aceros inoxidables altamente aleados pueden resistir a la corrosión en la mayoría de los medios ácidos, incluso elevadas temperaturas.
- Algunos aceros resisten grandes variaciones térmicas y mantendrán alta resistencia a temperaturas muy altas, otros demuestran dureza excepcional a temperaturas criogénicas.
- La mayoría pueden ser cortados, soldados, forjados y mecanizados con resultados satisfactorios.
- Está disponible en muchas terminaciones superficiales. Se mantiene fácilmente dando por resultado una alta calidad.
- El material asegura calidad en la asepsia permitiendo total higiene, requisito indispensable en determinadas aplicaciones como en hospitales, cocinas, e instalaciones alimenticias y farmacéuticas.

Procesos de soldadura en aceros inoxidables

Las propiedades de los aceros inoxidables difieren considerablemente de las de los aceros al carbono. Esto requiere una revisión detallada de sus características, fenómenos a los cuales están expuestos al someterlos a una fuente de calor y procesos de soldadura, para finalmente llegar a algunas recomendaciones prácticas que ayuden a soldadores e ingenieros de materiales a obtener soldaduras satisfactorias.

Como todas las soldaduras, los depósitos de acero inoxidable varían en calidad de acuerdo con la experiencia y calidad del soldador. Sin embargo no es posible permitir soldaduras de segunda calidad tratándose de aceros inoxidables, no solo por el alto costo de estas aleaciones sino que también porque la mayoría de las aplicaciones de los inoxidables son tan críticas que una soldadura de buena calidad es absolutamente esencial (INDURA, 2010).

Procedimiento de soldadura y parámetros de operación

Los parámetros de operación como intensidad de corriente, voltaje y otros, deben ser los apropiados y deben estar especificados en el procedimiento de soldadura.

- Se debe utilizar los rangos de corriente recomendados por el fabricante. A falta de esta información y considerando la mayor resistencia eléctrica de los aceros inoxidables con respecto a los aceros comunes, se recomiendan rangos entre un 25% y 50% de los utilizados para un acero común.
- Para soldadura plana, mantener el electrodo con la parte superior inclinado en el sentido del avance unos 15°. Mantener el arco lo más corto posible.

Figura 8. Soldadura en aceros inoxidables



Fuente: (INDURA, 2010)

Para soldadura vertical, el electrodo debe mantenerse perpendicular a la plancha y usarse una leve oscilación en la pasada de raíz.

- Para soldadura sobre cabeza utilizar cordones rectos y cortos. Mantener el arco corto y evitar la oscilación.
- Con el objeto de obtener una soldadura con mejor resistencia a la corrosión, se recomienda utilizar la intensidad de corriente mínima y con cordones rectos.
- Para soldadura TIG, y con el objeto de evitar la contaminación del metal base y del electrodo, utilice alta frecuencia para iniciar y el arco. En ausencia de estos dispositivos, utilice planchas auxiliares para dicho efecto.

- Para soldadura TIG, y con la finalidad de evitar la formación del cráter y potenciales grietas a partir de éste, el tamaño de la poza de soldadura debe ser disminuida antes que se inicie su solidificación.
- Para tal efecto utilice el pedal para disminuir la intensidad de la corriente antes de retirar el electrodo. En ausencia de este, aumente la velocidad de avance antes de levantar el electrodo. Antes de levantar el electrodo se debe mantener la pistola sobre el cráter por varios segundos para permitir que la soldadura solidifique bajo la protección de la atmósfera de argón.
- Para soldadura MIG, utilice polaridad invertida (corriente continua, electrodo positivo). Esta da una mayor penetración y un arco más estable.

Sistemas de corte y movimiento para máquinas rebanadoras

En las máquinas rebanadoras existen diversos elementos que cumplen con acciones específicas para realizar el rebanado de un producto alimenticio, estos elementos pueden ser accionados de una forma manual, mecánica, eléctrica y automatizada.

Sistema de rebanado

El sistema de rebanado es un disco circular el cual tiene dos cuchillas, estas deben ser de acero inoxidable estas características técnicas que presenta este material evita un desgaste prematuro del filo, y así se obtiene un mejor rebanado de la papa lo que ayuda a evitar desperdicios de materia prima en la elaboración de snack.

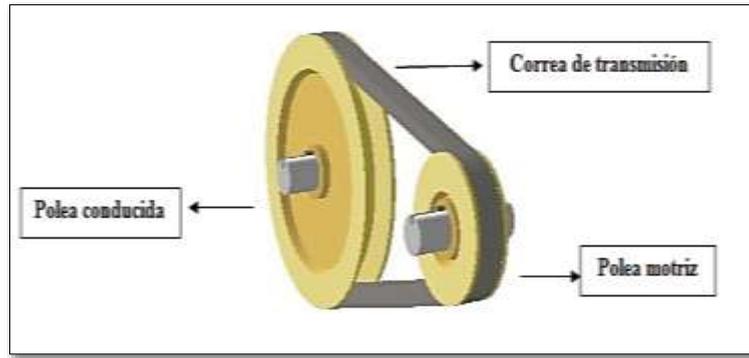
Sistema simple de poleas con correa

El sistema de poleas con correa más simple consiste en dos poleas situadas a cierta distancia, que giran a la vez por efecto del rozamiento de una correa con ambas poleas. Las correas suelen ser cintas de cuero flexibles y resistentes.

Es este un sistema de transmisión circular puesto que ambas poleas poseen movimiento circular. La fuerza se transmite por efecto del rozamiento que ejerce la correa sobre la polea (EDUCATIVA, 2017).

En este sistema se pueden identificar los siguientes elementos:

Figura 9. Sistema de poleas con correa



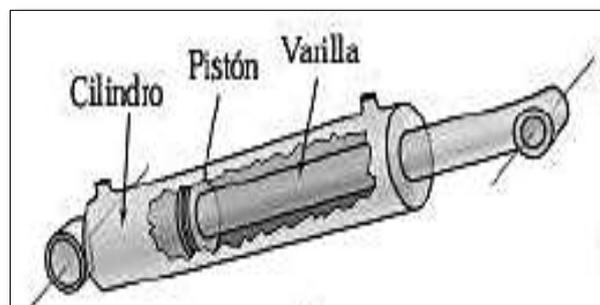
Fuente: (EDUCATIVA, 2017)

1. **La polea motriz:** también llamada polea conductora: Es la polea ajustada al eje que tiene movimiento propio, causado por un motor, manivela, En definitiva, este eje conductor posee el movimiento que deseamos transmitir.
2. **Polea conducida:** Es la polea ajustada al eje que tenemos que mover. Así, por ejemplo: en una lavadora este eje será aquel ajustado al tambor que contiene la ropa.
3. **La correa de transmisión:** Es una cinta o tira cerrada de cuero, caucho u otro material flexible que permite la transmisión del movimiento entre ambas poleas. La correa debe mantenerse lo suficientemente tensa pues, de otro modo, no cumpliría su cometido satisfactoriamente.

Sistema pistón-cilindro para avance autónomo

El sistema de avance autónomo está constituido por un cilindro, el cual guía al pistón hacia afuera y adentro, terminada esta acción regresa a su posición inicial, en esta clase de sistema de movimiento el accionamiento puede ser manual o automático.

Figura 10. Elementos típicos de un pistón



Fuente: (Máquinas y mecanismos, Myszka)

Motor eléctrico

Son los tipos de motores más usados en la industria, ya que estos equipos se alimentan con los sistemas de distribución de energías normales. En la actualidad, el motor de corriente alterna

es el que más se utiliza para la mayor parte de las aplicaciones, debido fundamentalmente a que consiguen un buen rendimiento, bajo mantenimiento y sencillez, en su construcción, sobre todo en los motores asíncronos.

Además esta clase de motores no ocupan mucho espacio lo que facilita su colocación en estructuras pequeñas.

- **Características particulares de los motores eléctricos de corriente alterna**

Los parámetros de operación de un motor designan sus características, es importante determinarlas, ya que con ellas conoceremos los parámetros determinantes para la operación del motor. Las principales características de los motores de C.A. son:

Potencia: Es la rapidez con la que se realiza un trabajo.

En física la Potencia = Trabajo/tiempo, la unidad del Sistema Internacional para la potencia es el joule por segundo, y se denomina watt (W).

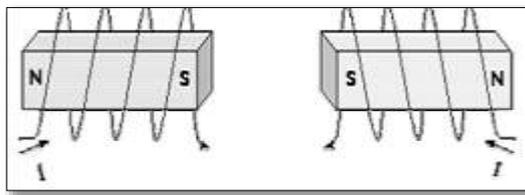
- **Motores monofásicos.**

Fueron los primeros motores utilizados en la industria. Cuando este tipo de motores están en operación, desarrolla un campo magnético rotatorio, pero antes de que inicie la rotación, el estator produce un campo estacionario pulsante.

Para producir un campo rotatorio y un par de arranque, se debe tener un devanado auxiliar desfasado 90° con respecto al devanado principal. Una vez que el motor ha arrancado, el devanado auxiliar se desconecta del circuito.

Debido a que un motor de corriente alterna (C.A.) monofásico tiene dificultades para arrancar, está constituido de dos grupos de devanados: El primer grupo se conoce como el devanado principal o de trabajo, y el segundo, se le conoce como devanado auxiliar o de arranque. Es importante señalar, que el sentido de giro de las bobinas involucra la polaridad magnética correspondiente (WEG, 2016).

Figura 11. Sentido de giro de las bobinas



Fuente: (WEG, 2016)

Elementos para la protección del motor y control eléctrico

La máquina rebanadora de papas chips contará con elementos eléctricos que permitirá evitar los daños eléctricos más comunes y también permitirán el control de encendido y apagado, estos elementos serán:

Figura 12. Botonera ON- OFF



Fuente: (PORTALESO, 2016)

Botonera ON/OFF

Es la encargada de dar a la máquina la señal de encendido o apagado.

Relé Térmico

Es el encargado de controlar la cantidad de corriente que pasa hacia el motor, si esta es demasiada alta el mismo envía una señal a la bobina para que los contactos que permiten el paso de la corriente se abran.

Contactador

Es un componente electromecánico que se encarga de establecer o interrumpir el paso de la corriente.

Figura 13. Contactador



Fuente: (PORTALESO, 2016)

Criterios de selección del conductor.

Para elegir el cable apropiado para el sistema eléctrico de la máquina se considera la corriente que va a consumir el motor.

Corriente máxima que debe transportar el sistema eléctrico

Determinado el tipo de cable, es necesario precisar la sección de los conductores y para esto se debe conocer la corriente máxima que deberá pasar por el valor de esta corriente en base a la potencia de demanda que el cable deberá alimentar, teniendo eventualmente las necesidades futuras.

9. PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS

¿El diseño de una máquina rebanadora de papas chips permitirá reducir el tiempo empleado en el proceso de rebanado de la papa y el desperdicio de materia prima producido por la falta de maquinaria adecuada?

Operalización de las variables

Se realiza una comparación de causas y efectos para establecer las necesidades básicas para el diseño de la máquina.

Variable independiente

La distancia entre las cuchillas y disco porta cuchillas de la máquina rebanadora de papas.

Tabla 2. Operalización Variable Independiente

Variable	Definición	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnicas	Instrumentos
La distancia entre las cuchillas y disco porta cuchillas de la máquina rebanadora de papas.	Son los elementos encargados de rebanar las papas chips	Cuchillas	Filo de las cuchillas	Ángulo de filo	Medición	Graduador
		Disco porta cuchillas	Distancia entre cuchilla y disco	Distancia	Medición	Calibrador pie de rey

Elaborado por: Grupo investigador

Variable dependiente

La eficiencia productiva de la máquina rebanadora de papas chips.

Tabla 3. Operalización Variable Dependiente

Variable	Definición	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnicas	Instrumentos
La eficiencia productiva de la máquina rebanadora de papas chips.	Es la capacidad de producción de la maquina rebanadora de papas chips	Capacidad de rebanado	Producción	kg/h	Medición	Balanza y cronometro
			Desperdicio	kg	Medición	Balanza

Elaborado por: Grupo investigador

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Métodos

En el presente proyecto de investigación se ha utilizado el método científico experimental, el cual permite controlar las variables de distancia y espesor para definir relaciones entre ellas, en base a datos. Se utiliza también la modalidad de investigación bibliográfica - documental ya que los temas fueron consultados de la documentación existente: especificaciones técnicas, para comprender los antecedentes del rebanado de papas y compararlo con otros sistemas existentes ya usados actualmente; mediante ello se procederá al dimensionamiento del sistema de rebanado y selección de elementos para obtener un rebanado eficiente

Técnicas

La técnica que se utilizará es la observación científica, con la se puede obtener información de la distancia y espesor para su posterior análisis, y aplicación en el dimensionamiento y selección de la potencia del motor para el sistema de rebanado.

Instrumentos

Se utilizará instrumentos técnicos de medición como son: calibrador pie de rey, flexómetro, cronometro, multímetro, para recolectar datos de las partes más importantes de la máquina.

Descripción de las funciones de la máquina

Dosificación:

Se deberá trasladar la materia prima hacia la zona de rebanado por medio de una cámara de alimentación para que la papa tenga un contacto adecuado con las cuchillas.

Sujeción:

La máquina debe tener un mecanismo para presionar una parte de la papa para darle estabilidad y evitar la manipulación directa del operador con la materia prima.

Rebanado:

Es la parte más importante donde se realiza el rebanado de la papa por medio de cuchillas con un filo adecuado para evitar desperdicio de la materia prima.

Descargado:

Después del rebanado la papa será depositado en un recipiente por la tolva.

Accionamiento:

El accionamiento será por energía eléctrica que será transmitida al motor para luego convertirla en energía mecánica.

Recibir potencia y transmitirla:

La máquina recibe la energía mecánica desde el accionamiento del motor eléctrico para luego convertirla en energía mecánica y transmitirla hacia los mecanismos de rebanado por medio de un árbol de transmisión.

Alcance de producción de la máquina rebanadora de papas chips

La capacidad de producción de la máquina será definida por los requerimientos de los expendedores del producto. Estos parámetros se detallan a continuación:

Requerimientos para el diseño de la máquina rebanadora de papas

Los expendedores del producto serán los que establezcan los principales parámetros a tomar en cuenta para el diseño de la máquina.

Estos son los siguientes:

Dimensiones de la máquina:

- La máquina deberá medir 0,80 m x 0,70 m en su parte superior.
- La altura de la máquina deberá ser de 0.80 m para que pueda ser manipulada por el operador.

Rebanado de la papa:

- El rebanado de la papa deberá ser de 2 a 3 mm de espesor.

Capacidad de la maquina:

- La máquina deberá contar con una cámara de alimentación para contener 5 papas con un diámetro de 10 cm cada una.
- Para facilitar el rebanado se deberá incorporar un sistema mecánico para presionar las papas contra las cuchillas.
- La máquina deberá rebanar 150kg/hora de papas.

Tipo de papas:

- Las variedades de papas que se rebanaran en la máquina serán la Súperchola, chola y semichola.

Etapa de rebanado:

Para el diseño del disco de rebanado se establecen los siguientes parámetros:

- Procesar 2 kg de papa en aproximadamente 2 minutos.
- Bajo porcentaje de pérdida de materia prima.
- Rebanado adecuado de la papa.

Accionamiento de la máquina:

- El sistema eléctrico deberá se diseñado para un voltaje de 110v.
- El encendido y apagado de la máquina deberá ser eléctrico.
- El accionamiento del piston apisonador deberá ser mecánico.
- La transmisión de movimiento deberá ser por poleas y correa.

Dimensionamiento de la máquina rebanadora de papas chips.

Para el diseño de la máquina se tomará en cuenta los parámetros indicados a continuación:

- La máquina no debe ocupar mucho espacio físico
- Evitar el desperdicio de materia prima por rebanados defectuosos
- La velocidad del disco de corte debe ser constante permitiendo un rebanado de la papa uniforme.
- El proceso de operación de la máquina debe de ser sencillo y realizable por cualquier operador.

- Debe cumplir con normas de seguridad industrial que garanticen que el operador no ponga en peligro su integridad.

Determinación del diámetro máximo de la papa

Las características de la materia prima más utilizada para la elaboración de la papa chips varían según la variedad utilizada.

Figura 14. Instrumento de medición para el diámetro de la papa



Elaborado por: Grupo investigador

La característica más importante para el diseño de la máquina es el diámetro de la papa que puede variar según la variedad de la misma, es por esta razón que se decidió realizar mediciones de distintas variedades de papas para obtener un diámetro promedio.

Figura 15. Posición de la papa para medir el diámetro máximo



Elaborado por: Grupo investigador

Esta medición se realizó con un instrumento de medición específicamente con un calibrador pie de rey para tener mayor exactitud con el resultado.

Parámetros de diseño

Para el diseño de la máquina se utilizara ecuaciones establecidas por el libro Diseño en ingeniería mecánica de Shigley el cual ayudará a establecer las características de las partes más

importantes de la máquina se utilizara un software asistido por computadora para el diseño de los planos de la máquina.

Parámetros mecánicos del diseño

Para el diseño mecánico se deberá tomar en cuenta las ventajas y desventajas de los elementos que se utilizaran en la máquina para no exceder en costos sin reducir la eficiencia del rebanado

Sistemas de transmisión mecánica

Se denomina transmisión mecánica a un mecanismo encargado de transmitir potencia entre dos o más elementos dentro de un sistema o una máquina.

Parámetros a tomar en cuenta para el diseño:

- Reducción de la velocidad.
- Lubricación y mantenimiento.
- Facilidad de ensamble y desmontaje.
- Desgaste.
- Costo.
- Exposición ambientes dañinos.
- Transmisión silenciosa.

En este proyecto se utilizará correas por ser más económicas y porque tiene la ventaja de ser cambiadas con facilidad.

Correas de transmisión

Las correas de transmisión son un tipo de elementos mecánicos que transmite movimiento de rotación, mediante las fuerzas de rozamiento que se producen entre la correa y las poleas la cual abraza a las ruedas ejerciendo fuerza de fricción suministrándoles energía desde la rueda motriz

Parámetros a tomar en cuenta para el diseño:

- Buena transmisión de potencia
- Nivel de ruido
- Menor desgaste

- Costo
- Tolerancia a la desalineación

Para la construcción de la máquina se utilizara correas trapezoidales en V dentadas por tener la ventaja de una mayor trasmisión de movimiento.

Rodamientos

Es un tipo de soporte de eje en el que la carga principal se trasmite a través de elementos que están en contacto rodante y no deslizante.

Parámetros a tomar en cuenta para el diseño:

- Resistencia cargas radiales
- Resistencia cargas de empuje o axiales
- Resistencia incremento de carga
- Carga de fatiga
- Menor Fricción
- Calentamiento
- Problemas cinemáticos
- Resistencia a la corrosión
- Lubricación
- Tolerancias
- Costo
- Accesibilidad
- Protección suciedad

Para la construcción de la máquina rebanadora se utilizaran chumaceras de bolas por las diversas ventajas y prestaciones de este tipo de chumaceras en comparación con los demás rodamientos existentes en el mercado.

Sistema de rebanado

El sistema de rebanado comprende de un disco circular el cual porta dos cuchillas, siendo estas de acero inoxidable por sus características técnicas que presenta este material evitando un desgaste prematuro del filo, con esto se obtiene un mejor rebanado de la papa a su vez un producto con alta calidad para el consumo que son los objetivos planteados para el diseño de la máquina.

En las cuchillas si el ángulo de filo es menor, se requiere menor fuerza para realizar el corte.

Sistema de avance autónomo

El sistema de avance autónomo es implementado con la ayuda de un pistón apisonador, el cual será de acero inoxidable este guía al producto hacia las cuchillas para ser rebanados, terminado el proceso el pistón regresara a su posición inicial con la ayuda de una palanca este sistema se construirá con acero inoxidable debido a que estará en contacto directo con la materia prima.

Parámetros a tomar en cuenta para el diseño:

- Costo
- Rapidez de trabajo
- Mantenimiento
- Repuestos
- Disponibilidad
- Fácil de operación

En este caso se realizara un sistema mecánico por ser económico y de sencilla operación.

Estructura principal de la máquina

El diseño de la estructura se realizará para que soporte todos los elementos mecánicos y eléctricos tomando en cuenta un diseño ergonómico para que pueda ser utilizado por el operador, el material que se empleara será el acero ASTM A36, debido a que la estructura no estará en contacto directo con la materia prima y por ser económico.

La estructura será protegida en su parte superior por acero inoxidable AISI 304 con un espesor de 1,5 mm para evitar deformaciones por impactos y el factor más importante para utilizar esta clase de acero es porque estará en contacto directo con la materia prima, en las partes laterales

de la estructura se colocaran láminas de acero inoxidable de menor calidad para reducir costos y debido a que no estará en contacto directo con la materia prima.

Sistema eléctrico de la máquina

Para el sistema eléctrico de la máquina se requiere las especificaciones del motor eléctrico para realizar una selección adecuada de los componentes para el control del mismo.

Selección de los componentes del sistema eléctrico

Este sistema permite controlar el encendido y apagado del motor para que el producto pueda ser introducido sin ninguna dificultad, además los elementos del sistema eléctrico protegerán al motor cuando exista alguna sobrecarga.

Los elementos a utilizarse son los siguientes:

- Pulsador de encendido y apagado
- Paro de emergencia
- Contactor
- Relé térmico
- Caja térmica
- Cables flexibles

Determinación de la potencia del motor

Para conocer la potencia nominal del motor se tomara en cuenta las revoluciones necesarias para el rebanado de papas en este caso se tomara en cuenta 430 rev/min según consultas bibliográficas que se detallan en la tabla 2.

Para ello se utilizara la siguiente ecuación:

$$P = T \times \omega$$

[1]

Donde:

P = Potencia requerida (W)

T = torque del disco (N.m)

ω = velocidad angular (rad/s)

Diseño de los sistemas de la máquina

Para el diseño de los sistemas de la máquina se deberá seguir las exigencias de los productores de papas chips que son las siguientes:

- El sistema de rebanado debe ser con materiales que cumplan las normas de seguridad para el procesamiento de alimentos.
- Los sistemas que transmitan movimiento deben tener elementos que puedan ser reemplazados con facilidad.
- Los elementos que accionen a la máquina deben evitar daños eléctricos al motor.

Determinación de la velocidad de operación

El principal parámetro que se debe determinar es la velocidad de rotación en la que girara el motor eléctrico.

Según consultas bibliográficas la velocidad de rotación mínima que debe tener una máquina rebanadora de alimentos debe ser las siguientes:

Tabla 4. Velocidades mínimas para el rebanado

Tipos de rebanadoras	Velocidades recomendadas (rpm)
Máquina peladora de papas	430
Máquina multiuso HOBART	470
Máquina rebanadora de plátano	382

Fuente: (Pillajo, 2014)

La obtención de este parámetro ayudara a cumplir con los objetivos de evitar desperdicios de la materia prima y aumentar la producción diaria de las papas chips.

- La velocidad de giro del motor dará las siguientes características a la máquina:
- La fuerza de corte no dañara el producto.
- La capacidad de giro del motor asegura la producción diaria del producto.
- El rebanado de la papa será de alta calidad.

Determinación de la fuerza y resistencia de corte.

La fuerza de corte es la resistencia por unidad de superficie que presenta un material al momento de ser cortado esto varía según el tipo de material.

Mediante consultas bibliográficas de pruebas realizadas por diferentes autores en máquinas que realizan trabajo de rebanado, la determinación de la fuerza de corte se realiza en la máquina de ensayos de corte donde se obtiene las siguientes medidas.

Tabla 5. Fuerzas de corte según el material

Tipo de materia prima	Fuerza de corte (kgf)
Plátano verde	4,7
Papa	2,0

Fuente: (Castro, 2014)

Para realizar los diferentes cálculos de los sistemas se utilizan valores que se obtuvieron en las investigaciones bibliográficas, es decir, se tomará un valor de resistencia al corte de la papa que es de 2,0 kgf que será conocida como fuerza de corte.

Conociendo la fuerza de corte y el área de corte se proceden a calcular el esfuerzo cortante de la papa, obteniendo las siguientes ecuaciones:

$$\sigma_c = \frac{F_c}{A_c}$$

[2]

Donde:

σ_c = esfuerzo cortante de la papa (Pa)

F_c = fuerza de corte (Kgf)

A_c = área de corte (cm^2)

De la Tabla 5 se puede concluir que:

El área de corte de la papa es:

$$A_c = \frac{\pi(\emptyset)^2}{4}$$

[3]

En donde:

\emptyset = Diámetro de la papa con mayor diámetro según los datos tomados:

En esta etapa es necesario determinar la fuerza requerida para efectuar el rebanado, por lo cual se realizará una prueba en donde se efectúa un rebanado en el centro y un rebanado en la parte lateral en cinco tubérculos.

Figura 16. Prueba de rebanado parte lateral de la papa



Elaborado por: Grupo investigador

La papa será colocada sobre una balanza digital para determinar la fuerza en kilogramos como se observa en la figura 16. Se utilizó una cuchilla de acero con un espesor de 3 mm.

Diseño del sistema de rebanado

El sistema de rebanado se realizará con un disco porta cuchillas que tendrá dos cuchillas que pueden ser reguladas para el grosor que se desee obtener de las rebanadas de papa, las cuchillas estarán distribuidas a 180° ($3,141593$ rad). El material que se utilizara para la fabricación de las cuchillas será de acero inoxidable AISI 304 por las características que se indica en la tabla 8.6.1, las cuchillas estarán en contacto directo con las papas.

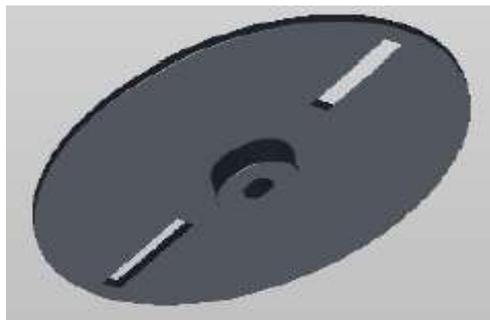
Disco porta cuchillas

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

El disco tendrá un diámetro de 300 mm porque contendrá dos cuchillas de 100 mm de longitud debido a que el diámetro máximo de la papa a procesar es de 100 mm

En la Figura se observa la forma del disco porta cuchillas el cual se utilizará para el diseño de la máquina.

Figura 17. Disco porta cuchillas en AutoCAD



Elaborado por: Grupo investigador

Para el diseño del disco porta cuchillas se debe obtener la fuerza total de corte que se obtiene al multiplicar la fuerza de corte por el número de papas que serán rebanadas; en este caso se tiene un promedio de 4 a 5 papas que se rebanan a la vez, para los cálculos se utilizarán 5 papas según los requerimientos de los expendedores de papas chips teniendo lo siguiente:

$$F_{TC} = F_C \times N_P$$

[4]

Donde:

F_{TC} = Fuerza total de corte (kgf)

F_C = Fuerza de corte (kgf)

N_P = Numero de papas (unidad)

Obtenida la fuerza total de corte se determina el torque que actúa en el disco porta cuchillas para esto se utiliza la siguiente fórmula:

$$T_D = F_{TC} \times \frac{\emptyset}{2}$$

[5]

Donde:

T_D = torque que actúa en el disco (N.m)

F_{TC} = fuerza total de corte (kgf)

\emptyset = Diámetro mayor de la papa (mm).

El valor obtenido en el torque del disco se utilizara para los cálculos del árbol de transmisión.

Diseño del árbol de transmisión

En el diseño del eje para la máquina se debe tomar en cuenta las cargas que resultan por los elementos que actúan en el diseño del sistema de transmisión de velocidad; el eje se acopla a la máquina por medio de chumaceras que le brindan estabilidad y fijación.

Para el diseño del eje se determina el esfuerzo normal (σ_z) utilizando la siguiente ecuación:

$$\sigma_z = \frac{D_c \times M}{\pi \times \emptyset^3}$$

[6]

Donde:

σ_z = esfuerzo normal (Pa)

D_c = distancia entre centros del eje (mm)

M = momento flector (N.m)

\emptyset = diámetro del eje (mm)

Para calcular el esfuerzo cortante máximo se aplica la siguiente ecuación:

$$T_{yz} = \frac{\frac{\emptyset}{2} \times T}{\pi x \emptyset^3}$$

[7]

Donde:

T_{yz} = esfuerzo cortante máximo (Pa)

T = Tensión de torsión (Pa)

\emptyset = Diámetro del eje (mm)

Para encontrar los esfuerzos principales y el esfuerzo cortante máximo se realiza con la utilización de las siguientes ecuaciones:

$$C = \frac{\sigma_Y + \sigma_Z}{2}$$

[8]

Donde:

C = Centro del círculo de Mohr

R = Radio del círculo

$$R = \sqrt{\left(\frac{\sigma_Y - \sigma_Z}{2}\right)^2 + T_{yz}^2}$$

[9]

De los resultados anteriores se observa que los esfuerzos principales (σ_Y y σ_Z) y el esfuerzo cortante máximo ($\tau_{\text{máx.}}$) pueden ser determinados en base a las siguientes ecuaciones:

$$\tau_{\text{máx.}} = R$$

[10]

$$\sigma_1 = C + R$$

[11]

$$\sigma_z = C - R$$

[12]

Conocidos los esfuerzos principales se procede a determinar el factor de seguridad mediante un análisis estático por esfuerzo cortante máximo (ECM) donde se emplea la siguiente fórmula:

$$T_{\text{max}} = \frac{S_y}{2n}$$

[13]

Donde:

T máx. = Torque máximo (N.m)

Sy = límite de fluencia (MPa)

n = factor de seguridad (Unidad)

Despejando el factor de seguridad se tiene la siguiente ecuación:

$$n = \frac{S_y}{2T_{\text{max}}}$$

[14]

Obteniendo el factor de seguridad se seleccionara el material adecuado para el eje.

Figura 18. Eje de transmisión en AutoCAD



Elaborado por: Grupo investigador

Para la implementación del eje en el sistema se estableció utilizar un material de acero inoxidable con normas AISI 304; en donde este tipo de material seleccionado cuenta con las siguientes características:

- $S_y=310 \text{ MPa}$
- $S_{ut}=620 \text{ MPa}$
- $S_e=0.5 S_{ut}$
- $S_e=0.5 (620 \text{ MPa}) S_e=310 \text{ MPa}$ (Budinas, 2008) pag 274

El diámetro del eje para el diseño del árbol de transmisión será de 0,19 mm según los requerimientos de diseño.

Determinación del sistema de transmisión por poleas

Para obtener los datos del sistema de transmisión se parte del número de revoluciones a las que gira el motor y los datos obtenidos de las revoluciones por minuto a las que debe girar la máquina para obtener un adecuado rebanado que se especifica en la tabla 2.

Los cálculos se realizan en base al manual del fabricante que es el Manual Técnico para transmisiones por correas trapeciales de (Optibelt, 2012) en donde:

$$D_{pm} = \frac{\text{RPM eje conducido} \cdot D_{pc}}{\text{RPM eje motriz}} \quad [15]$$

$$D_{pc \text{ eje conducido}} = \frac{\text{RPM eje motriz} \cdot D_{pm}}{\text{RPM eje conducido}} \quad [16]$$

$$\text{RPM conducido} = \frac{\text{RPM eje motriz} \cdot d_{pm}}{D_{pc}} \quad [17]$$

$$\text{RPM motriz} = \frac{\text{RPM eje conducido} \cdot D_{dc}}{D_{dm}} \quad [18]$$

Donde:

D_{pm} = Diámetro primitivo de polea motriz (mm)

Dpc = Diámetro primitivo de polea conducida (mm)

Relación de transmisión

Para encontrar la relación de transmisión se emplea la siguiente fórmula en donde se tiene que:

$$i = \frac{n1}{n2}$$

[19]

Donde:

i = Relación de transmisión (unidad)

n1= Revoluciones por minuto del eje motriz (rev/min)

n2= Revoluciones por minuto del eje conducido (rev/min)

Selección de las chumaceras para el eje de transmisión

Se utilizará rodamientos de bolas los mismos que tendrán un diámetro interior que va acorde al diámetro del eje que se utilizará, es por esto que necesitaremos un rodamiento de $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro.

Figura 19. Chumacera de piso



Fuente: (IVAN BOHMAN, 2015)

Para los cálculos de la vida útil de las chumaceras se empleará la siguiente ecuación:

$$L_{10} = \left(\frac{c}{p}\right)^k$$

[20]

Donde:

L10= vida estimada en millones de revoluciones.

C= es la capacidad de carga dinámica.

P = es la carga equivalente sobre el rodamiento.

k = es 3 para los rodamientos de bolas.

En la selección de los rodamientos, es necesario determinar la capacidad de carga de estos elementos, los cuales deben soportar una vida útil aproximada de 1920 horas de trabajo teniendo en cuenta que un rodamiento bajo condiciones de trabajo ligero según recomendaciones del fabricante.

Diseño de la estructura metálica

Para el análisis se aplicaran las recomendaciones de diferentes citas bibliográficas como el de Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley que recomiendan tomar como punto de partida los tipos de perfiles estructurales, por lo que se tomara en cuenta los ángulos en L que son los más usados para este tipo de aplicaciones como son las estructuras, por las ventajas que ofrece el acero ASTM A36 las cuales son bajo costo y disposición en el mercado.

En el cálculo de la viga que soportará a los componente de la máquina se decide realizar los cálculos para una fuerza de 980 N que es una fuerza que puede aplicarse debido a cargas que se presenten sobre la máquina ya sean voluntarias o involuntarias o por cualquier tipo de colisión inferior a 980 N que se tenga en la misma.

Donde se obtendrá la fuerza total (F) y se podrá calcular la fuerza para las dos vigas con la siguiente ecuación:

$$F1 = \frac{F}{2} \quad [21]$$

Donde:

$F1$ = fuerza que ejerce sobre la viga (N)

F = fuerza total (N)

Para determinar la fuerza cortante que se aplica sobre la viga se usa la siguiente ecuación:

$$V = \frac{F1}{2} \quad [22]$$

Donde:

V = fuerza cortante(N)

F1 = fuerza que ejerce sobre la viga. (N)

Para determinar el momento flector máximo se emplea la ecuación:

$$M_{max} = V \frac{L}{2}$$

[23]

Donde:

M_{max} = Momento flector máximo (N.m)

L = Longitud de la viga (m)

Construcción de la máquina

Para la construcción de la máquina rebanadora de papas chips es necesario, máquinas y herramientas para la elaboración de los diferentes sistemas que cuenta la máquina; además se debe contar con la ayuda de personas con experiencia en la manipulación de las diferentes máquinas a utilizar.

Para la elaboración del presente proyecto se utiliza materiales y elementos normalizados existentes en el mercado además de esto que sean de fácil adquisición para la elaboración y el reemplazo cuando se deba realizar.

Dimensionamiento de la estructura

Se construyó una estructura que no solo soportara el mecanismo de corte, si no también, que fuese estable y resistente, así como también tenga espacio para la colocación de un motor eléctrico con el cual se le dará fuerza al mecanismo de corte por medio de banda y poleas. Además se consideró un espacio para una tolva alimentadora y un gabinete de control.

Diseño de la cámara de alimentación

Para presionar la papa con cierta fuerza contra el plato de las navajas de manera mecánica y evitar la interacción directa del operador de la máquina, reduciendo así el riesgo para la persona que manipule la maquina; se pensó en hacer una cámara de alimentación, el cual contara con un pistón en su interior montado de manera vertical con un apisonador en la punta inferior del vástago para mantener la papa presionada contra el plato y así pueda ser rebanada de manera uniforme.

Para el diseño de la cámara de alimentación es necesario determinar el volumen de la materia prima para poder establecer la capacidad de la cámara.

Para el diseño de la cámara de alimentación se utilizará las siguientes ecuaciones:

$$V_t = V \times f$$

[24]

Donde:

V_t = volumen total de la cámara de alimentación (cm^3)

V = volumen de cada papa (cm^3)

f = factor de seguridad

Después de determinar el volumen total se procede a dimensionar la altura de la cámara de alimentación con la siguiente ecuación:

$$h = \frac{V_t}{\pi \times r^2}$$

[25]

Donde:

h = altura de la cámara de alimentación (mm)

V_t = volumen total de la cámara de alimentación (cm^3)

r = radio del disco porta cuchillas (mm)

El resultado de esta ecuación se comprobará con el diseño en el software de diseño mecánico.

Determinación de la densidad de la papa

Para determinar la densidad de la papa se realizará la medición del volumen de la misma, se colocará la papa en una jarra graduada con agua y para determinar la masa de la papa se utilizará una balanza.

Figura 20. Determinación del volumen de la papa

Elaborado por: Grupo investigador

En esta medición se utilizará la variedad de papa conocida como súperchola por presentar diámetros mayores en comparación con otras variedades.

Transmisión de potencia

Se utilizará una transmisión de potencia por medio de poleas y banda ya que estas son más silenciosas que las transmisiones que trabajan por medio de engranes o cadenas, se seleccionará un motor monofásico debido a que la proyección de la utilización de la máquina está encaminada a pequeños negocios que no cuentan con alimentación trifásica.

11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En este punto se realiza los cálculos para el dimensionamiento real de la máquina basándose en las ecuaciones establecidas en la metodología de diseño.

Demostración de hipótesis

En las pruebas realizadas en la máquina se obtuvo los resultados esperados, es decir la capacidad de rebanado de la máquina para la cual fue diseñada, diámetros del rebanado uniforme, cortes rápidos y bajo desperdicio de materia prima, para posteriormente realizar el proceso de freído y empaquetado.

Tabla 6. Comprobación del funcionamiento de la máquina

Distancia entre cuchilla y disco porta cuchillas (mm)	Tiempo (min)	Material rebanado (kg)	Espesor (mm)
1	1	3	0,5 a 1
2	1	4	2 a 3
3	1	5	3 a 4

Elaborado por: Grupo investigador

En la tabla 6 se puede observar los datos obtenidos en las pruebas de funcionamiento de la rebanadora, los cuales se realizaron en períodos de tiempo de 1 minuto y variando la distancia entre cuchilla y disco porta cuchillas.

Con los datos obtenidos se pudo verificar que la distancia óptima entre cuchilla y disco porta cuchillas es de 2 mm ya que la capacidad de producción cumple con el objetivo planteado y el espesor del material rebanado es el adecuado para la elaboración de las papas chips.

La producción que se obtuvo en un tiempo de 1 minuto con un espesor de rebanado que varía entre 2 a 3 mm es de 4 kg, es decir que la máquina tiene la capacidad de generar 240 kg de material rebanado por hora

De esta manera se comprueba la hipótesis que es “el diseño de una máquina rebanadora de papas chips permitirá reducir el tiempo empleado en el proceso de rebanado de la papa y el desperdicio e materia prima producido por la falta de maquinaria adecuada”.

Resultados de las mediciones

En este punto se analiza el resultado de las mediciones de las características principales de la papa, estas características son: diámetro, volumen, densidad y masa. Tomando en cuenta que la variedad de papa que se utilizará en la mediciones es la súperchola según los requerimientos establecidos por los expendedores de papas chips.

Diámetros de las papas

La medición de los diámetros de realizó con el calibrador pie de rey como se observa en la figura 15, debido a la irregularidad de la materia prima se procede a sacar un diámetro máximo para los cálculos

Tabla 7. Medición de diámetros

Variedad	Diámetro promedio (mm)
Súperchola	100
Chola	80
Leona blanca	60

Elaborado por: Grupo investigador

$$promedio = \frac{\emptyset 1 + \emptyset 2 + \emptyset 3}{numero\ de\ muestras}$$

$$promedio = \frac{100 + 80 + 60}{3}$$

$$promedio = \frac{240}{3}$$

Promedio=80mm

En este caso se usará el valor de 100 mm como diámetro máximo de la papa, este diámetro ayudará en el diseño de las cuchillas y disco porta cuchillas.

Fuerza de corte de la papa

La variedad de papa utilizada en las pruebas de rebanado es la súperchola que se puede observar en la figura 16, la papa fue adquirida en el Mercado Mayorista de Latacunga.

Tabla 8. Mediciones obtenidas en la prueba de rebanado

Numero de papa	Masa (kg)	Fuerza (kgf)
1	1,44	1,42
2	2,69	2,63
3	2,01	1,97
4	1,69	1,65
5	1,96	1,92
Promedio		1.92

Elaborado por: Grupo investigador

Se realizó la compra en este lugar debido a que los expendedores de papas chips ubicados en la entrada de Saquisilí adquieren la materia prima en el mercado mencionado.

Con los datos obtenidos en las pruebas de corte se puede concluir que la fuerza de corte tiene un valor aproximado de 2,0 kgf, lo que está relacionado con los valores obtenidos mediante consultas bibliográficas.

Densidad de la papa

Los resultados obtenidos en esta medición ayudaron al diseño de la cámara de alimentación.

Tabla 9. Medición del volumen de la papa

Medición	Masa (kg)	Volumen (cm ³)	Densidad (kg/cm ³)
1	0,45	44	0,010
2	0,39	41	0,009
3	0,43	42	0,010
4	0,36	38	0,009
Promedio		41,25	0,009

Elaborado por: Grupo investigador

Como se observa en la tabla 9 se realiza un promedio de las densidades, por lo tanto para el diseño de la máquina rebanadora de papas chips se utilizará una densidad de 0,009 kg/cm³ lo que ayudara a un correcto dimensionamiento de la cámara de alimentación.

Análisis de cálculos para el diseño

Se analiza los resultados obtenidos mediante la aplicación de las ecuaciones que se detallan en la metodología de diseño.

Tabla 10. Cálculos del sistema de corte

Cálculos del sistema de corte		
Numero de ecuación	Ecuación	Resultados
Ecuación 2	Esfuerzo cortante	2564,102 Pa
Ecuación 3	Área de corte	0,007 m ²
Ecuación 4	Fuerza de corte para el disco	100 N
Ecuación 5	Torque en el disco porta cuchillas	5 N.m
Ecuación 6	Esfuerzo Normal del eje	31,377 MPa
Ecuación 7	Esfuerzo cortante máximo el eje	32,400 MPa
Ecuación 8	Esfuerzos principales	15,685 MPa
Ecuación 9	Factor de seguridad	9,873

Elaborado por: Grupo investigador

Para la construcción de la máquina rebanadora de papas chips se tomará en cuenta 100 N para la fuerza de corte debido a que en cada rebanado se introducirán 5 papas de acuerdo a los requerimientos de los expendedores del producto en la cámara de rebanado que se detalla en los planos del Anexo B.

Resultados del cálculo de la potencia requerida para el motor

En este caso se toma en cuenta los 430 rev/min para el rebanado y el torque que tendrá el disco porta cuchillas que es de 5 N.m.

Tabla 11. Cálculos de la potencia del motor

Cálculos de la potencia del motor		
Numero de ecuación	Ecuación	Resultados
Ecuación 5	Torque en el disco porta cuchillas	5 N.m
Ecuación 1	Potencia requerida del motor	225,14 W

Elaborado por: Grupo investigador

El resultado de la potencia requerida para el motor es de 225,14 W, entonces se procede a realizar la conversión de unidades donde se obtiene una potencia de 0,30 HP con este valor se elige un motor monofásico de 0,50 HP para prevenir una sobrecarga en el motor.

Tabla 12. Descripción del motor eléctrico

Modelo	WEG con rotor de jaula
Potencia 110V (HP)	½
Velocidad (rpm)	1800
Eficiencia (%)	90
Factor de potencia (ω)	0,85
Intensidad (A)	8

Fuente: (WEG, 2016)

Para la protección del sistema eléctrico se empleara elementos con las siguientes características que se detallan en la tabla 13:

Tabla 13. Descripción de los elementos para protección del circuito eléctrico

Elemento	Características
Relé térmico	8 a 12 A
Contactora	9 A
Botoneras	Doble pulsador
Relé diferencial	30 A (30 mA)

Elaborado por: Grupo investigador

Estos elementos son necesarios para evitar daños al motor que pueden ser causados por sobrecarga.

Tabla 14. Cálculos del sistema de transmisión por poleas

Cálculos del sistema de transmisión por bandas		
Numero de ecuación	Ecuación	Resultados
Ecuación 1	Relación de transmisión	0,25
Ecuación 5	Longitud de banda	38,79 "
Ecuación 4	Vida útil de los rodamientos	386942,61

Elaborado por: Grupo investigador

De acuerdo a estos cálculos se pudo elegir una polea motriz de 2" y una polea conducida de 8" además de la banda serie A 39 por ser la más económica y común en el mercado y las chumaceras tendrán una vida útil de 386942,61 revoluciones. Anexo B

Análisis de cálculos para la cámara de alimentación

Para el dimensionamiento de la cámara de alimentación se tomará en cuenta el volumen total de 5 papas que es uno de los requerimientos de los expendedores de papas chips además se utilizara el valor del radio del disco porta cuchillas que tiene un valor de 150 mm.

Tabla 15. Cálculos para la cámara de alimentación

Cálculos del sistema de transmisión por bandas		
Numero de ecuación	Ecuación	Resultados
Ecuación 24	Volumen total de la cámara de alimentación	4123 c.c.
Ecuación 25	Altura de la cámara de alimentación	12,5 cm

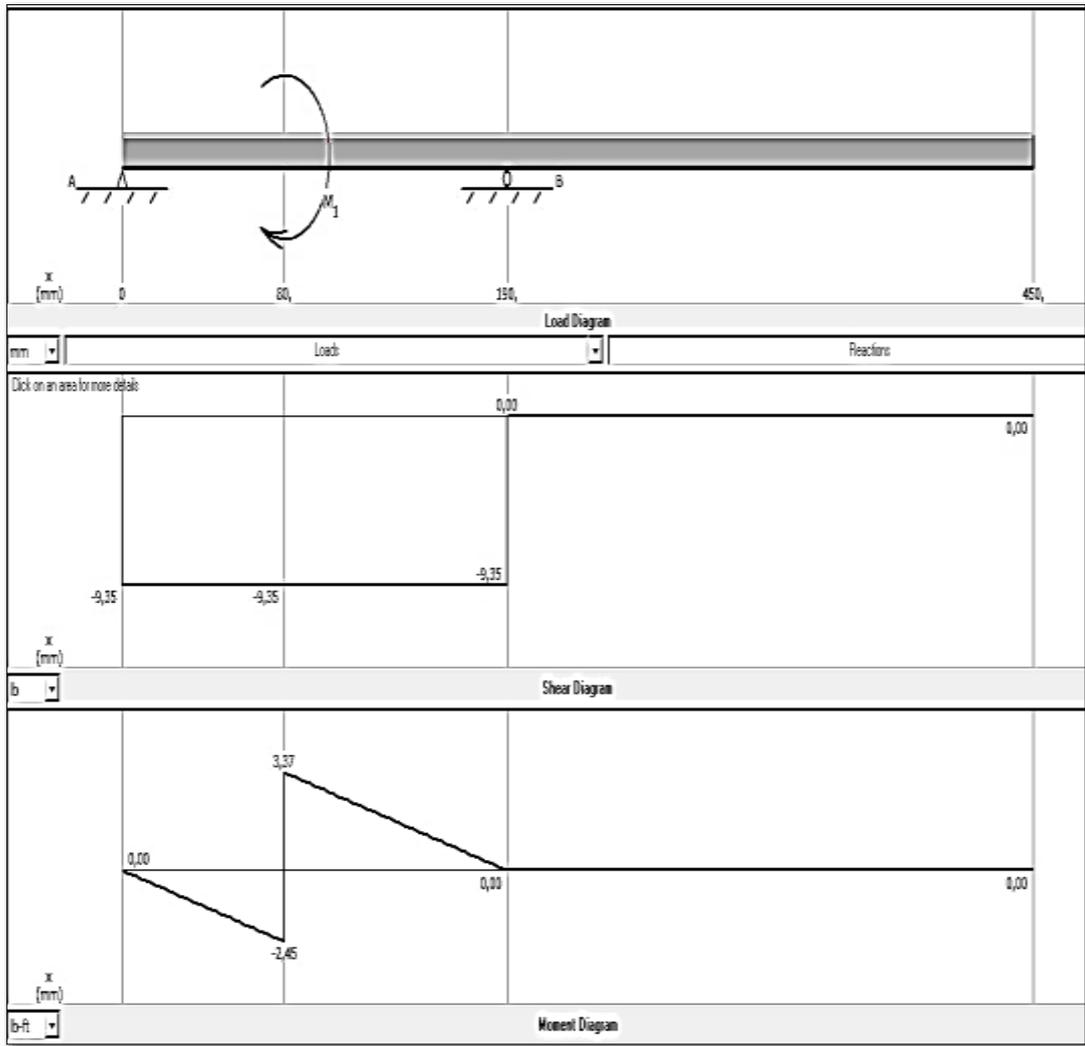
Elaborado por: Grupo investigador

La cámara de alimentación tendrá una capacidad de 206.25 cm³ en se introducirán 5 papas por un ciclo de rebanado.

Simulación de torsión máxima del eje

El análisis para el eje se realizará por medio del Software MDSolids que consiste en rutinas para vigas, elementos sometidos a flexión y torsión ensamblajes, vigas, columnas, recipientes a presión, propiedades de la sección de análisis, el círculo de Mohr incluyendo transformaciones de estrés y transformaciones de deformación.

Figura 21. Simulación del eje para el árbol de trasmisión.



Elaborado por: Grupo investigador

Esta simulación se realizó con la fuerza de torsión de la polea del eje motriz dando como resultado lo siguiente:

- El momento flector máximo se encuentra a 8 cm de la restricción en la chumacera A. en donde se generará mayor torsión
- La torsión máxima es de 3,7 lb. Pie o lo que es igual a 5 N.m

Resultados de operación de la máquina

- La máquina rebanadora de papas chips operara con un motor de corriente alterna de 110 V.
- La máquina contara con una cámara de alimentación para rebanar 5 papas en un ciclo de corte.

- El disco porta cuchillas tendrá un diámetro de 300mm donde irán acopladas dos cuchillas de acero inoxidable.
- Los diámetros de rebano serán de 2 a 3 mm de grosor.
- El producto rebano se depositará en una tolva para su posterior procesamiento.

12. IMPACTOS

La construcción de la máquina rebano de papas chips da como resultado el mejoramiento de la producción de las papas chips elaboradas por los expendedores ubicados en la entrada al cantón Saquisilí, el mejoramiento se da debido a que el proceso se realizara de una forma mecánica obteniendo una producción de 150 kg/h, además el rebano se realizara de forma aseada porque los elementos utilizados en la construcción cumplen las normas técnicas para alimentos, además se mejora la producción diaria de papas chips lo que ayudara a mejorar los ingresos económicos de los expendedores de este producto.

13. PRESUPUESTO PARA IMPLMENTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO

En este punto se realiza el análisis económico del diseño y construcción de la máquina rebano de papas chips; esto es muy importante porque nos permite conocer el costo real de la elaboración de la máquina.

Costo de materiales

Los materiales utilizados para la máquina son de fácil adquisición en el mercado, además se toma en cuenta que estarán en contacto con alimentos para el consumo humano.

- **Estructura de la máquina:**

Tabla 16. Costo de material para la estructura de la máquina

Concepto	Cantidad	Costo/u (USD)	Costo total (USD)
Ángulo L1x3/16 ASTM A36	2	9,14	18,29
Plancha de acero inoxidable AISI 304 de 1,5mm de espesor	1	150	150
Plancha de acero inoxidable AISI 404 de 1mm de espesor	1	57	57
TOTAL		225,29	

Elaborado por: Grupo investigador

Los materiales utilizados para la estructura fueron perfiles de acero ASTM A36 por su bajo costo y disponibilidad en el mercado las características se especifican en el Anexo B.

Además para la protección de la estructura se utilizó láminas de acero inoxidable AISI 304 en las partes de contacto directo con la materia prima. Y en las partes laterales se utilizó el acero AISI 404.

- **Sistema de corte**

Tabla 17. Costo de materiales para el sistema de corte

Concepto	Cantidad	Costo/u (USD)	Costo total (USD)
Pernos de sujeción M6	2	0,60	1,20
Plancha de madera de 30x30x10mm	1	10	10
Plancha de acero inoxidable AISI 304 de 20x3x3mm	1	20	20
TOTAL		31.20	

Elaborado por: Grupo investigador

Para las cuchillas se utilizó material que cumpla con las normas para alimentos Anexo B.

- **Sistema de transmisión**

Tabla 18. Costo de materiales para el sistema de transmisión

Concepto	Cantidad	Costo/u (USD)	Costo total (USD)
Eje de transmisión de Acero Inoxidable AISI 304 de 3/4"	1	20	20
Eje de transmisión de Acero Inoxidable AISI 304 de 1"	1	8	10
Eje de transmisión de Acero Inoxidable AISI 304 de 3"	1	12	12
Chumaceras de piso de 3/4"	1	7	7
Chumaceras de pared de 3/4"	1	10	10
Banda o correa en V	1	8	8
Polea de aluminio de 8"	1	7,50	7,50
Polea de aluminio de 2"	1	2,50	2,50
Pernos de sujeción	4	0,50	2
TOTAL		73	

Elaborado por: Grupo investigador

Las características de las chumaceras se especifican en el Anexo B.

Materiales eléctricos

Los materiales eléctricos fueron seleccionados de acuerdo a las instalaciones donde se va a utilizar la máquina.

Tabla 19. Costo de materiales eléctricos

Concepto	Cantidad	Costo/u (USD)	Costo total (USD)
Motor de 1/2 HP	1	120	120
Paro de emergencia	1	3	3
Cable eléctrico	4	10	10
Tomacorriente	1	2	2
Contactador	1	25	25
Caja térmica	1	37	37
Riel de aluminio	1	4	7,50
TOTAL			202,50

Elaborado por: Grupo investigador

Para el sistema eléctrico se empleó elementos que ayuden a la protección del motor.

Materiales Adicionales

Tabla 20. Costo de materiales adicionales

Concepto	Cantidad	Costo/u (USD)	Costo total (USD)
Juego de fresas	1	2,77	2,77
Disco de corte	2	1,85	3,7
Electrodos para inox 308 3/32"	20	0,45	9
Broca 3/16"	2	2,04	4,08
Perno cabeza hexagonal 1/4 x 1	16	0,03	0,48
Tuerca 1/4	4	0,01	0,04
Rodela plana 1/4	4	0,01	0,04
Garruchas 2" giratorias 50 Kg C/u	2	4,9	9,8
Garruchas 2" freno 50 Kg C/u	2	4,9	9,8
Pintura antioxidante negra	1	6,67	6,67
Thinner	1	1,57	1,57
Brocha	1	0,55	0,55
Guantes	1	5,5	5,5
Electrodos 6011	1	2,5	2,5
Tapones	2	0,9	1,8
TOTAL			58,,3

Elaborado por: Grupo investigador

Costos de fabricación

En este caso se realiza la suma del total de gastos para la construcción de la máquina.

Tabla 21. Costos totales de fabricación

Sistema	Costo total del sistema (USD)
Estructura	225,29
Sistema de Corte	31,20
Sistema de transmisión	73
Materiales eléctricos	202,50
Total de costos de mano de obra directa	210

Costo de mecánico guía	120
,Otros materiales	63,6
Suma de todos los sistemas	925,59

Elaborado por: Grupo investigador

El costo del proyecto da como resultado una máquina que puede ser adquirida por los microempresarios de la provincia debido a que cumple con los requerimientos para la elaboración de papas chips.

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Con la implementación de las dos cuchillas en el disco porta cuchillas y con la ayuda de la potencia de 0,5 HP del motor, se pudo obtener la fuerza requerida de 2,0 Kgf para el rebanado de las papas chips.
- El diseño se ha realizado tomando en cuenta los parámetros que los expendedores de papas chips que requieren para la construcción de la máquina tal como, funcionalidad, costos de fabricación, y costos de mantenimiento.
- Con el diseño y construcción de la cámara de alimentación se logró rebanar 5 papas en un solo ciclo de rebanado y así reducir el tiempo de 3 minutos por 2 kg empleado un método manual a 1 minuto por 2kg empleando el proceso mecánico diseñado para la máquina rebanadora de papas chips.
- Con la implementación de un pistón apisonador para presionar la papa contra el disco porta chuchillas que opere de forma mecánica se logró evitar el contacto directo de la materia prima con el operador en el proceso de rebanado y así evitar daños físicos.
- Con el diseño y construcción de las cuchillas y disco porta cuchillas se cumplió con los requerimientos de obtener un rebanado uniforme que será de aproximadamente de 2 mm y también se logró reducir el desperdicio de materia prima y disminuir el desgaste físico del operador.
- Se utilizó un sistema de transmisión de potencia de poleas para lograr obtener las 430 revoluciones por minuto requeridas para el correcto rebanado de las papas chips.
- Las pruebas realizadas a la máquina fueron muy importantes para determinar que cumpla con la capacidad de producción de 150 kg/h requerida por los expendedores de papas chips.

Recomendaciones

- Se debe tomar en cuenta la alineación correcta de las cuchillas y disco porta chuchillas para evitar rebanados defectuosos lo que produciría desperdicio de materia prima.
- Se recomienda evitar que la máquina trabaje sobrecargada para evitar daños en los elementos de la misma lo que ocasionaría gastos por mantenimiento.
- Se debe verificar que la cámara de alimentación esté libre de objetos extraños antes de poner en funcionamiento la máquina y así evitar daños en el disco porta cuchillas.
- Se debe realizar un mantenimiento preventivo a los elementos que conforman la máquina para evitar un mal funcionamiento de la misma.
- Se recomienda seguir el manual de operación de la máquina rebanadora de papas chips antes de poner en marcha o realizar cualesquier actividad.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Bolaños, J. M. (2015). *Máquina de lavado y cortado de zanahoria para alimentación de vacas en producción lechera*. Ibarra.
- BONNET. (2015). *Clasificación de los acero inoxidable*. Quito.
- Budinas, R. (2008). *Diseño en ingeniería Mecánica de Shigley*. Mexico: McGrawHill/Interamericana.
- CAMSCO. (2016). *Catalaogo de productos*. Quito.
- Castro, L. M. (2014). *Diseño y construcción de una máquina despulpadora de frutas*. Riobamba.
- Chamorro, V. C. (2014). *Máquina peladora rotatoria de maní tostado para la industria artesanal*. Ibarra.
- DIPAC. (2016). *Perfiles estructurales "L" doblado*. Quito.
- DPAC. (2016). *Tubo estructural cuadrado*. Quito.
- EDUCATIVA. (2017). *Trasmicion por poleas y correas*. Obtenido de http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1101/html/3_transmision_por_poleas_y_correas_o_cadenas.html

- Farinango, D. P. (2014). *Diseño y construcción de una máquina rebanadora de banano verde para productores artesanales de frituras*. IBARRA.
- INDURA. (2010). *Manual de aceros inoxidable*. Cerrillos.
- INEN. (2012). *Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos – requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria*. Quito.
- INIAP. (2015). *Fripapa 99*. Quito.
- INTERMEC. (2013). *Poleas en "V"*. Bogota.
- ISO, 2. (2016). *Seminario de Sistemas de gestión de la inocuidad en los alimentos*. Quito.
- IVAN BOHMAN. (2015). *Catalo de productos*. Guayaquil.
- Ministerio de Agricultura, Ganaderia, Acuacultura y Pesca. (2013). *Buenas practicas agricolas para la papa*.
- Optibelt. (2012). *Manual Técnico Industrial*.
- Pillajo, D. M. (2014). *Rebanadora de platanos verde*. QUITO.
- Pinos, P. W. (2011). *Estudio del sistema de pelado de papas para disminuir el tiempo de preparacion de papas fritas en la Empresa de comida rapida "Pilita"*. Ambato.
- PORTALESO. (2016). *Elementos electricos para motores*. Obtenido de http://www.portaleso.com/portaleso/trabajos/tecnologia/electro/motores_electricos.pdf
- PROFECO. (2013). *Papas fritas envasadas*. Quito.
- Rojas, D. E. (2015). *Diseño y construcción de una máquina peladora de papas con capacidad de 100kg/h*. Quito.
- Sanz, F. J. (2015). *Máquina peladora de cebollas*. Navarra.
- Torres, A. C. (2013). *Estudio de la producción de papas fritas en la industria de Guayaquil*. Guayaquil. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5816/1/UPS-QT04109.pdf>
- WEG. (2016). *Motores electricos*. Quito.

ANEXOS

Construcción del prototipo de la cámara de alimentación



Elaborado por: Grupo investigador

Construcción del disco y cuchilla para pruebas preliminares



Elaborado por: Grupo investigador

Construcción del prototipo del pistón apisonador



Elaborado por: Grupo investigador

Construcción de la estructura metálica



Elaborado por: Grupo investigador

Construcción del sistema de transmisión por poleas



Elaborado por: Grupo investigador

Construcción de la tolva y cilindro para el rebanado



Elaborado por: Grupo investigador



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

Pintado de la estructura de la máquina



Elaborado por: Grupo investigador

Soldado del piston apisonador



Elaborado por: Grupo investigador

Construcción de la camara de alimentación



Elaborado por: Grupo investigador



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

Pruebas de rebanado de las papas



Elaborado por: Grupo investigador

Remachado de las laminas de acero inoxidable



Elaborado por: Grupo investigador

Construcción de la puerta para dar mantenimiento a los elementos de la máquina



Elaborado por: Grupo investigador



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

Propiedades del acero inoxidable AISI 304

► Tabla de corrosión del acero inoxidable Tipo 304 y 316 frente a diferentes actores.

Tablas de corrosión						
Sustancia		Temperatura		Condición	Tipo	
		°C	°F		304	316
Acetato de etilo		21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
Acetileno		21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
Acetona		21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
Ácido acético	Solución al 10%	21	70	Agitado	Muy resistente	Muy resistente
	Vapor al 30%	-	-	Caliente	Mediano	Resistente
	Vapor al 100%	-	-	Caliente	No resistente	Mediano
Ácido benzoico		21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
Ácido carbónico seco		-	-	-	Muy resistente	Muy resistente
Ácido fosfórico	10%	-	-	Agitado	Muy resistente	Muy resistente
	10%	-	-	Ebullición	Muy resistente	Resistente
	25%	-	-	Ebullición	Resistente	Resistente
	40%	-	-	Ebullición	Poco resistente	Resistente
Ácido hidrocianhídrico		21	70	-	No resistente	No resistente
Ácido láctico	5%	21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
	10%	21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
	Concentrado	-	-	Ebullición	Mediano	Resistente
Ácido muriático		21	70	-	No resistente	No resistente
Ácido nítrico	5%	21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
	5%	-	-	Ebullición	Muy resistente	Muy resistente
	65%	-	-	Ebullición	Resistente	Resistente
	Concentrado	-	-	Ebullición	Resistente	Resistente
	Concentrado	-	-	Vaporización	Poco resistente	Poco resistente
Ácido nítrico al 5%		21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
Ácido oxálico	10%	21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
	50%	-	-	Ebullición	Poco resistente	Mediano
Ácido sulfúrico	5%	21	70	-	Mediano	Resistente
	5%	-	-	Ebullición	No resistente	Mediano
	10%	21	70	-	Mediano	Resistente
	10%	-	-	Ebullición	No resistente	Poco resistente
	50%	21	70	-	Poco resistente	Mediano
	50%	-	-	Ebullición	No resistente	Poco resistente
	Concentrado	21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
	Concentrado	-	-	Ebullición	Poco resistente	Poco resistente
Humeante	-	-	-	Mediano	Resistente	
Agua clorinada saturada		21	70	-	Mediano	Resistente
Agua de mar		21	70	-	Riesgo de pitting	Resistente
Agua oxigenada		21	70	-	Muy resistente	Resistente
Alcohol etílico		21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
		-	-	Ebullición	Muy resistente	Muy resistente
Alcohol metílico		21	70	-	Muy resistente	Muy resistente

Fuente: (IVAN BOHMAN, 2015)



Diámetros mínimos de poleas recomendados para motores eléctricos

Diámetros mínimos en mm				
Caballos de fuerza (HP)	RPM de Motor			
	900	1200	1800	3600
0,50	65	-	-	-
0,75	65	65	-	-
1,00	65	65	60	-
1,50	75	65	65	60
2,00	75	65	65	65
3,00	75	75	65	65
5,00	100	75	75	65
7,50	115	100	75	75
10,00	115	115	100	75
15,00	135	115	115	100
20,00	155	135	115	115
25,00	170	155	115	115
30,00	170	170	135	-
40,00	210	170	155	-
50,00	230	210	170	-
60,00	260	230	190	-
75,00	260	260	230	-
100,00	350	350	250	-
125,00	380	350	280	-
150,00	465	350	-	-
200,00	550	-	-	-
250,00	-	-	-	-
300,00	-	-	-	-

Fuente: (INTERMEC, 2013)



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

Características de pernos de acero inoxidable AISI 304

Información general

Diámetro	Acero Inoxidable 18 - 8 (lb - pulg)
2 - 56	12.5
2 - 64	3.0
3 - 48	3.9
3 - 56	4.4
4 - 40	5.2
4 - 48	6.6
5 - 40	7.7
5 - 44	9.4
6 - 32	9.6
6 - 40	12.1
8 - 32	19.8
8 - 36	22.0
10 - 24	22.8
10 - 32	31.7

Diámetro	Acero Inoxidable 18 - 8 (lb - pie)
1/4" - 20	6.3
1/4" - 28	7.8
5/16" - 18	11.0
5/16" - 24	11.8
3/8" - 16	19.7
3/8" - 24	21.6
7/16" - 14	31.3
7/16" - 20	33.3
1/2" - 13	43.1
1/2" - 20	45.1
9/16" - 12	56.8
9/16" - 18	62.7
5/8" - 11	92.5
5/8" - 18	103.7

Diámetro	Acero Inoxidable 18 - 8 (lb - pie)
3/4" - 10	127.5
3/4" - 16	124.2
7/8" - 9	194.0
7/8" - 14	193.2
1" - 8	286.7
1" - 14	259.2
1.1/8" - 7	413.0
1.1/8" - 12	390.0
1.1/4" - 7	523.0
1.1/4" - 12	480.0
1.1/2" - 6	888.0
1.1/2" - 12	703.0

Milimétricos y en pulgadas
Hilo grueso - Medio hilo (rosca parcial)



THIE

Fuente: (IVAN BOHMAN, 2015)

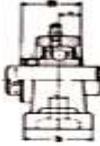
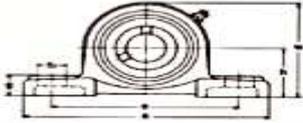


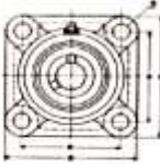
Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

Características de las chumaceras de piso y pared

Datos Técnicos																
																
CÓDIGO IBCA	Diám. del eje		Dimensiones (mm)										Perno	Tipo de rodam.	Soporte	Masa kg
	mm	pulg	h	a	e	b	sa	sc	g	w	BI	n				
UCF 204 204-12	30 1 1/8	3/4	33.3	127	98	38	18	19	18	65	31	12.7	M10 (W3/8)	UCF 204 204-12	F 204	F 204
UCF 205 205-14	35 1 3/8	1	36.8	140	105	35	18	19	18	70	34	14.3	M10 (W3/8)	UCF 205 205-14	F 205	F 205
UCF 206 206-16	40 1 5/8	1 1/4	42.9	165	121	46	17	21	17	83	35.1	15.9	M14 (W1/2)	UCF 206 206-16	F 206	F 206
UCF 207 207-20	45 1 7/8	1 5/8	47.6	167	127	46	17	21	19	92	42.9	17.8	M14 (W1/2)	UCF 207 207-20	F 207	F 207
UCF 208 208-24	50 2	1 7/8	49.2	184	137	54	17	21	19	98	49.2	19	M14 (W1/2)	UCF 208 208-24	F 208	F 208
UCF 209 209-28	55 2 1/8	2 1/4	54	190	145	54	17	21	20	105	49.2	19	M14 (W1/2)	UCF 209 209-28	F 209	F 209
UCF 210 210-32	60 2 3/8	2 3/4	57.2	202	159	60	20	22	22	112	51.8	19.0	M12 (W3/8)	UCF 210 210-32	F 210	F 210
UCF 211 211-32	60 2 3/8	3	61.8	210	171	60	20	22	22	128	58.8	22.2	M16 (W5/8)	UCF 211 211-32	F 211	F 211
UCF 212 212-36	65 2 5/8	3 1/4	65.8	241	184	70	20	28	28	137	68.1	25.4	M16 (W5/8)	UCF 212 212-36	F 212	F 212
UCF 213 213-40	70 2 3/4	3 1/2	70.2	269	203	70	25	30	27	160	68.1	25.4	M20 (W3/4)	UCF 213 213-40	F 213	F 213
UCF 214 214-48	75 3	3	82.8	278	217	74	25	31	28	165	77.8	30.3	M20 (W3/4)	UCF 214 214-48	F 214	F 214

Datos Técnicos																
																
CÓDIGO IBCA	Diám. del eje		Dimensiones (mm)										Perno	Tipo de rodam.	Soporte	Masa kg
	mm	pulg	a	e	l	g	L	s	Z	BI	n					
UCF 204-12	30	3/4	86	64	16	12	25.8	12	33.3	31	12.7	M10 (W3/8)	204-12	F 204	0.61	
UCF 205	35	1	98	70	16	14	27	12	36.7	34	14.3	M10 (W3/8)	UC 205	F 205	0.90	
UCF 206	40	1 1/4	108	83	16	14	31	12	40.2	34.1	15.9	M10 (W3/8)	UC 206	F 206	1.20	
UCF 207	45	1 7/8	117	92	19	16	34	14	44.8	42.9	17.8	M12 (W1/2)	UC 207	F 207	1.88	
UCF 208	50	2	130	102	21	16	36	16	51.2	49.2	19.0	M14 (W1/2)	UC 208	F 208	3.00	
UCF 209	55	2 1/8	137	105	22	18	36	16	53.2	49.2	19.0	M14 (W1/2)	UC 209	F 209	3.58	
UCF 210	60	2 3/8	145	111	22	18	40	16	56.6	51.8	19	M14 (W1/2)	UC 210	F 210	3.64	
UCF 211	65	2 5/8	162	130	28	20	43	19	65.8	58.8	22.2	M16 (W5/8)	211-32	F 211	5.81	
UCF 212	70	3	178	148	29	20	48	19	68.7	68.1	25.4	M 16 (W5/8)	UC 212	F 212	6.8	
UCF 213	75	3 1/4	187	169	30	20	50	19	69.7	68.1	25.4	M16 (W5/8)	213-40	F 213	8.8	
UCF 214	80	3 1/2	200	189	34	24	56	19	73.8	77.8	30.3	M18 (W3/4)	214-48	F 214	7.4	

Fuente: (IVAN BOHMAN, 2015)



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

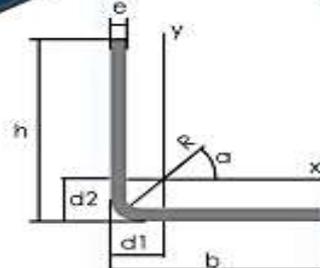


Ingeniería
Electromecánica

Características de perfiles en L



PERFILES ESTRUCTURALES ANGULOS "L" DOBLADO



Especificaciones Generales

Otras calidades: Previa consulta

Largo normal: 6,0m

Otros largos: Previa consulta

Espesores: Desde 1,5mm hasta 12,0mm

Acabado: Natural

Otro acabado: Previa consulta

Ángulo de alas iguales

Descripción	b	h	e	Masa	Área	d1	d2	Ángulo α	Eje X-X			Eje Y-Y			Eje U-U			Eje V-V		
									Ix	Wy	rx	Iy	Wy	ry	Iu	Wu	ru	Iv	Wv	rv
	mm	mm	mm	Kg/m	cm ²	cm	cm	(°)	cm ⁴	cm ³	cm									
L 20x 2	20	20	2	0,57	0,73	0,60	0,60	45,00	0,28	0,20	0,62	0,28	0,20	0,62	0,46	0,32	0,79	0,10	0,54	0,37
L 20x 3	20	20	3	0,81	1,05	0,65	0,65	45,00	0,38	0,28	0,60	0,38	0,28	0,60	0,63	0,46	0,78	0,12	0,57	0,34
L 25x 2	25	25	2	0,79	0,93	0,72	0,72	45,00	0,56	0,32	0,76	0,56	0,32	0,78	0,92	0,52	1,00	0,20	0,23	0,47
L 25x 3	25	25	3	1,05	1,33	0,78	0,78	45,00	0,76	0,45	0,77	0,78	0,45	0,77	1,30	0,74	0,99	0,26	0,39	0,45
L 30x 2	30	30	2	0,88	1,13	0,85	0,85	45,00	1,00	0,48	0,94	1,00	0,48	0,94	1,63	0,77	1,20	0,37	0,35	0,57
L 30x 3	30	30	3	1,28	1,65	0,90	0,90	45,00	1,40	0,67	0,95	1,40	0,67	0,95	2,32	1,09	1,19	0,49	0,48	0,66
L 30x 4	30	30	4	1,65	2,10	0,95	0,95	45,00	1,76	0,86	0,91	1,76	0,86	0,91	2,93	1,38	1,18	0,58	0,55	0,62
L 40x 2	40	40	2	1,20	1,33	1,10	1,10	45,00	2,44	0,84	1,26	2,44	0,84	1,26	3,96	1,40	1,61	0,82	0,65	0,78
L 40x 3	40	40	3	1,75	2,23	1,15	1,15	45,00	3,49	1,22	1,25	3,49	1,22	1,25	5,71	2,02	1,60	1,27	0,95	0,73
L 40x 4	40	40	4	2,28	2,80	1,20	1,20	45,00	4,44	1,59	1,24	4,44	1,59	1,24	7,23	2,69	1,69	1,55	1,09	0,73
L 40x 5	40	40	5	2,77	3,54	1,25	1,25	45,00	5,29	1,92	1,22	5,29	1,92	1,22	8,80	3,11	1,68	1,77	1,25	0,71
L 50x 2	50	50	2	1,51	1,93	1,35	1,35	45,00	4,85	1,33	1,59	4,85	1,33	1,59	7,85	2,22	2,02	1,65	1,05	0,98
L 50x 3	50	50	3	2,22	2,85	1,40	1,40	45,00	7,01	1,95	1,57	7,01	1,95	1,57	11,42	3,23	2,01	2,61	1,47	0,96
L 50x 4	50	50	4	2,90	3,70	1,45	1,45	45,00	9,01	2,54	1,56	9,01	2,54	1,56	14,76	4,18	2,00	3,25	1,84	0,94
L 50x 5	50	50	5	3,56	4,54	1,50	1,50	45,00	10,64	3,10	1,55	10,64	3,10	1,55	17,89	5,05	1,99	3,79	2,14	0,91
L 60x 3	60	60	3	2,69	3,43	1,65	1,65	45,00	12,34	2,84	1,60	12,34	2,84	1,60	20,03	4,72	2,42	4,65	2,19	1,16
L 60x 4	60	60	4	3,63	4,50	1,70	1,70	45,00	16,96	3,71	1,70	16,96	3,71	1,70	26,04	6,14	2,40	5,88	2,77	1,14
L 60x 5	60	60	5	4,34	5,54	1,75	1,75	45,00	19,33	4,55	1,87	19,33	4,55	1,87	31,72	7,48	2,39	6,80	3,27	1,12
L 75x 3	75	75	3	3,40	4,33	2,02	2,02	45,00	24,55	4,48	2,38	24,55	4,48	2,38	39,72	7,49	3,03	9,36	3,53	1,47
L 75x 4	75	75	4	4,47	5,70	2,07	2,07	45,00	31,94	5,88	2,37	31,94	5,88	2,37	51,90	9,79	3,02	11,69	4,51	1,45
L 75x 5	75	75	5	5,52	7,04	2,12	2,12	45,00	38,96	7,24	2,35	38,96	7,24	2,35	63,56	11,99	3,01	14,35	5,40	1,43
L 75x 6	75	75	6	6,53	8,33	2,17	2,17	45,00	45,60	8,56	2,34	45,60	8,56	2,34	74,73	14,09	2,99	16,46	6,20	1,41
L 80x 4	80	80	4	4,79	6,10	2,20	2,20	45,00	39,00	6,72	2,53	39,00	6,72	2,53	63,30	11,19	3,22	14,70	5,19	1,59
L 80x 5	80	80	5	5,91	7,54	2,25	2,25	45,00	47,65	8,28	2,51	47,65	8,28	2,51	77,64	13,72	3,21	17,65	6,23	1,53
L 80x 6	80	80	6	7,00	8,93	2,30	2,30	45,00	55,85	9,79	2,50	55,85	9,79	2,50	91,39	16,16	3,20	20,32	7,17	1,51
L 80x 8	80	80	8	9,11	11,81	2,40	2,40	45,00	71,03	12,68	2,47	71,03	12,68	2,47	117,22	20,72	3,18	24,85	8,78	1,48
L 80x 10	80	80	10	11,09	14,14	2,50	2,50	45,00	94,59	15,39	2,45	94,59	15,39	2,45	140,84	24,90	3,16	28,34	10,04	1,42
L100x 5	100	100	5	7,48	9,54	2,75	2,75	45,00	95,23	13,13	3,16	95,23	13,13	3,16	154,55	21,86	4,03	35,60	10,13	1,94

www.dipacmanta.com

Fuente: (DIPAC, 2016)



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

Características del tubo estructural cuadrado



TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO



Especificaciones Generales

Calidad: ASTM A-500

Recubrimiento: Negro o Galvanizado

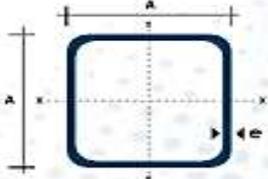
Largo Normal: 6.00 m

Chapas Largas: Previa Consulta

Dimensiones: Desde 20.00 mm a 100.00 mm

Espesor: Desde 1.20 mm a 5.00 mm

TUBERÍA



Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y		
A mm	Espesor mm (t)	Peso Kg/m	Área cm ²	I cm ⁴	W cm ³	r cm ³
20	1.2	0.72	0.90	0.53	0.53	0.77
20	1.5	0.85	1.05	0.56	0.56	0.74
20	2.0	1.15	1.34	0.69	0.69	0.72
25	1.2	0.90	1.14	1.06	0.87	0.97
25	1.5	1.12	1.35	1.21	0.97	0.95
25	2.0	1.47	1.74	1.46	1.18	0.92
30	1.2	1.09	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.46	1.15
30	2.0	1.78	2.14	2.71	1.81	1.13
40	1.2	1.47	1.80	4.38	2.19	1.25
40	1.5	1.82	2.25	5.48	2.74	1.56
40	2.0	2.41	2.94	6.93	3.46	1.64
40	3.0	3.54	4.44	10.20	5.10	1.52
50	1.5	2.29	2.85	11.08	4.42	1.97
50	2.0	3.03	3.74	14.13	5.65	1.94
50	3.0	4.48	5.61	21.20	8.48	1.91
60	2.0	3.66	3.74	21.28	7.09	2.39
60	3.0	5.42	5.61	35.09	11.68	2.34
75	2.0	4.52	5.74	50.47	13.40	2.97
75	3.0	6.71	8.41	71.54	19.08	2.92
75	4.0	8.50	10.95	89.98	24.00	2.87
100	2.0	5.17	7.74	122.99	24.60	3.99
100	3.0	5.17	11.41	176.95	36.39	3.94
100	4.0	12.13	16.95	226.09	45.22	3.89
100	5.0	14.60	19.30	270.57	54.11	3.84

www.dipacmanta.com

Fuente: (DPAC, 2016)



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

Características del motor eléctrico monofásico

Datos Electricos

Potencia		Factor de Servicio	Polos	Armazón	Código de Referencia	Tensión V	RPM min ⁻¹	Corriente Nominal A	Corriente a Factor de Servicio A	Clave KVA/HP	Eficiencia Nominal %	Factor de Potencia pu
HP	KW											
0,25	0,187	1,35	2	56	25360S1PA56	127/220	3510	6.28/2.35	6.50/2.70	R	52,5	0,44
		1,35	4	56	.25180S1P56	127/220	1745	5.50/2.50	5.80/2.80	P	50,5	0,52
0,33	0,249	1,35	2	56	.33360S1PA56	127/220	3510	7.21/2.70	7.40/3.10	P	55,0	0,57
		1,35	4	56	.33180S1P56	127/220	1750	6.40/2.50	7.00/3.00	P	52,5	0,57
0,50	0,373	1,25	2	56	.50360S1PA56	127/220	3515	9.10/3.70	9.70/4.60	N	59,5	0,58
		1,25	4	56	.50180S1P56	127/220	1740	8.00/3.80	8.70/4.30	N	57,5	0,63
0,75	0,560	1,25	2	56	.75360S1PA56	127/220	3500	11.50/5.00	12.55/5.85	M	62,0	0,61
		1,25	4	56	.75180S1P56	127/220	1750	12.5/5.50	13.10/6.10	P	59,5	0,59
1.0	0,746	1,25	2	56	001360S1P56	127/220	3515	13.00/6.20	14.00/7.30	M	64,0	0,70
		1,15	4	56	001180S1P56	127/220	1730	15.00/7.50	17.50/8.62	M	62,0	0,63
1.5	1,119	1,15	2	56	001560S1P56	127/220	3500	16.50/8.80	18.90/10.10	L	68,0	0,78
		1,15	4	56	001580S1P56	127/220	1730	20.20/9.37	21.30/10.60	M	66,0	0,66
2.0	1,492	1,15	2	56H	002360S1P56	127/220	3520	20.0/10.5	22.0/11.5	M	72,0	0,81
		1,15	4	56H	002180S1P56	127/220	1735	29.00/13.50	33.3/15.50	M	70,0	0,57

Datos Mecanicos

Potencia		Polos	Armazón	Código de Referencia	D	2E	2F	BA	H	U	N-W	R	ES Min.	S	C	P	O	XO (1)
HP	KW																	
0,25	0,187	2	56	25360S1PA56			76.2 [3.00]								267 [10.5]	147 [5.8]	161 [6.3]	
		4	56	.25180S1P56											267 [10.5]	147 [5.8]	161 [6.3]	
0,33	0,249	2	56	.33360S1PA56			76.2 [3.00]								277 [10.9]	147 [5.8]	161 [6.3]	
		4	56	.33180S1P56											277 [10.9]	147 [5.8]	161 [6.3]	
0,50	0,373	2	56	.50360S1PA56			76.2 [3.00]								287 [11.3]	147 [5.8]	161 [6.3]	
		4	56	.50180S1P56											287 [11.3]	147 [5.8]	161 [6.3]	
0,75	0,560	2	56	.75360S1PA56	88.9 [3.50]	61.976 [2.44]	76.2 [3.00]	69.85 [2.75]	8.636 [0.34]	15.875 [0.6250]	47.752 [1.88]	13.1318 [0.517]	35.814 [1.41]	4.7752 [0.188]	287 [11.3]	147 [5.8]	161 [6.3]	37.5 [1.47]
		4	56	.75180S1P56											312 [12.2]	166 [6.5]	171 [6.7]	
1.0	0,746	2	56	001360S1P56			76.2 [3.00]								312 [12.2]	166 [6.5]	171 [6.7]	
		4	56	001180S1P56											312 [12.2]	166 [6.5]	171 [6.7]	
1.5	1,119	2	56	001560S1P56			76.2 [3.00]								322 [12.6]	166 [6.5]	171 [6.7]	
		4	56	001580S1P56											322 [12.6]	166 [6.5]	171 [6.7]	
2.0	1,492	2	56H	002360S1P56			127.0 [5.00]								352 [13.8]	166 [6.5]	171 [6.7]	
		4	56H	002180S1P56			362 [14.2]								166 [6.5]	171 [6.7]		

Todas las dimensiones estan en mm (pulgadas)
 (1) La distancia XO varia para motores de doble capacitor.

Fuente: (WEG, 2016)



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

Anexo C. Manual de operación de la máquina rebanadora de papas

MANUAL DE OPERACIÓN DE LA MÁQUINA REBANADORA DE PAPAS

ADVERTENCIAS IMPORTANTES PARA SU SEGURIDAD

Lea estas instrucciones de seguridad antes de utilizar la máquina.

Advertencias importantes:

a) Para reducir el riesgo de descarga eléctrica

- Desenchufe la máquina de la toma de corriente inmediatamente después de su uso, durante su limpieza, y cuando se realice cualquier tipo de ajuste o mantenimiento.
- Para desenchufar la máquina primero ajústela en la posición para apagarla y luego sujete el enchufe al sacarlo de la toma de corriente, tenga cuidado en no tirar del cable.

b) Para reducir el riesgo de quemaduras, incendio, descarga eléctrica o lesiones debe evitarse:

- Enchufar la máquina directamente a la toma de corriente, procure no utilizar una extensión o un alargador.
- Desenchufe siempre la máquina si hay un corte del suministro eléctrico.
- Nunca ponga la máquina en funcionamiento si el cable o el enchufe están fisurados quemados o dañados.
- Si observa algo inusual mientras la máquina está guardada o en uso, como olores, calor, o deformaciones, deje de utilizar la máquina y desenchufe inmediatamente el cable de alimentación.
- Cuando mueva la máquina, procure no realizar movimientos bruscos que podría dañar la máquina.

Nota: Tener cuidado de que esta máquina no sea empleada cerca de niños o sea utilizada por ellos.

c) Para evitar accidentes en la máquina de trabajo

- No deje ningún objeto encima de la máquina.
- Mantenga siempre limpia la zona de trabajo.

- No coloque la máquina sobre una superficie inestable pues podría caerse y causar lesiones.

d) **Al hacer funcionar la maquina hay que tener especial cuidado en:**

- Mantenga los dedos alejados de todas las piezas en movimiento.
- Se debe tener especial cuidado en la zona de la cámara de alimentación de papas.

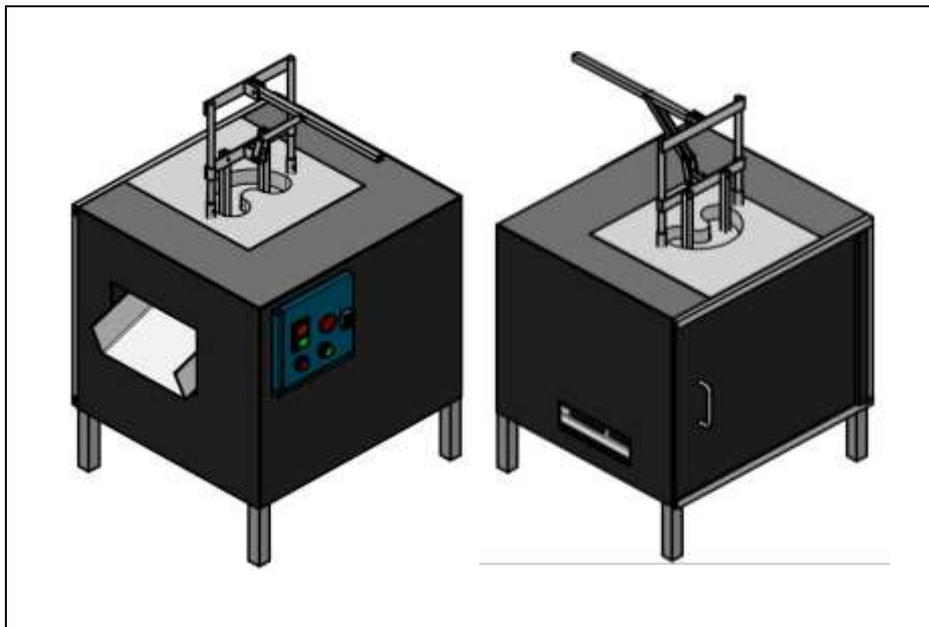
IMPORTANTE

- Si tiene que cambiar las cuchillas del disco porta cuchillas asegúrese de tomar en cuenta la distancia entre el disco porta cuchillas y las cuchillas para no variar el espesor del rebanado de las papas.
- Si desea cambiar alguno de los accesorios de la máquina verificar la información correspondiente al apartado de “**DESCRIPCION DE LAS PARTES DE LA MÁQUINA**” de este mismo manual.

INFORMACIÓN GENERAL

La máquina rebanadora de papas cumple con las funciones y características de diseño que a continuación se detallan:

Máquina rebanadora de papas chips

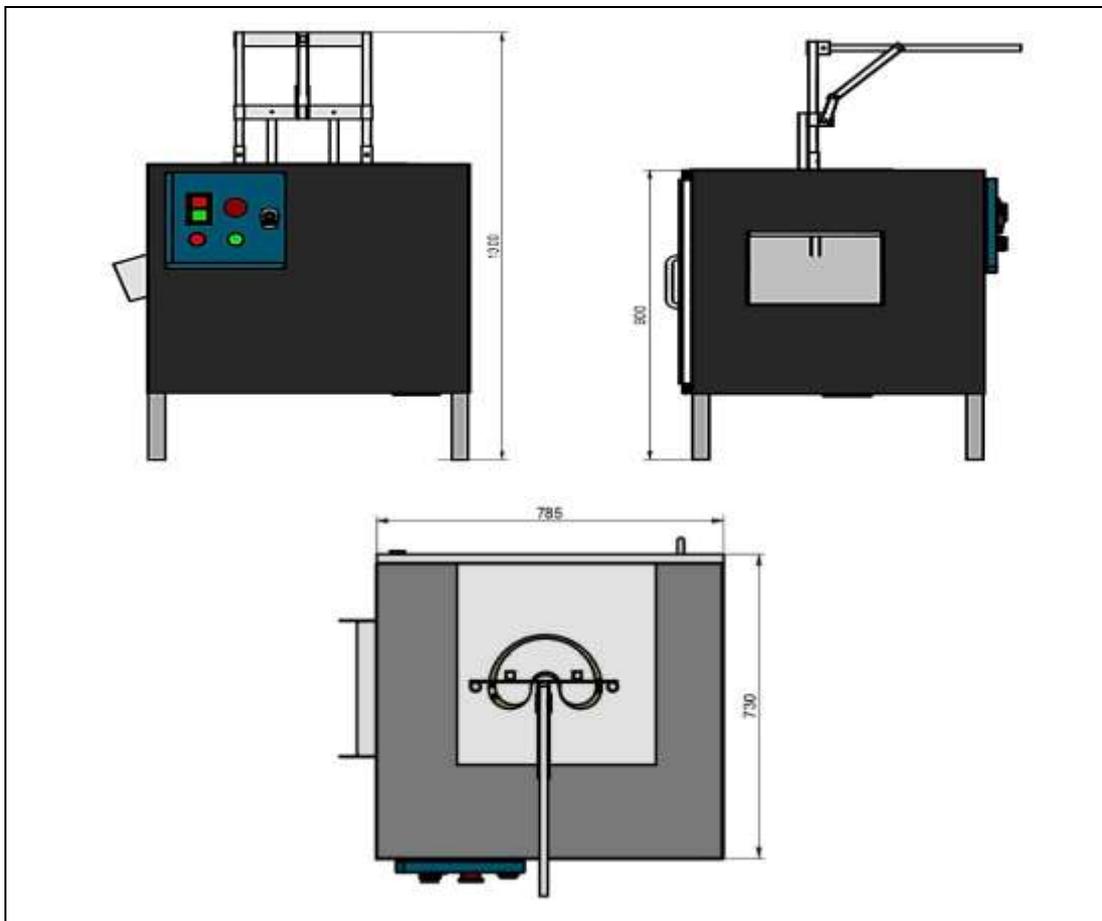


Elaborado por: Grupo investigador

Características de la máquina rebanadora de papas chips

- ▶ Producción: 150 kg/h
- ▶ Para papas con un diámetro máximo de 100 mm
- ▶ Cámara de alimentación con un volumen máximo de 4123 c.c.
- ▶ Carga máxima de papas en cada proceso de corte: 4 Kg
- ▶ Disco porta cuchillas de madera tratada de nogal de 20mm de espesor
- ▶ Cuchillas de acero inoxidable AISI 304 de 30x3x100
- ▶ Consumo eléctrico: 27,72 Kw/h trabajando una hora diaria por un mes
- ▶ Corriente de carga : 8,4 A
- ▶ Voltaje de Funcionamiento: 110 V
- ▶ Medidas de la máquina: 785x730x1300

Dimensiones de la máquina rebanadora de papas



Elaborado por: Grupo investigador

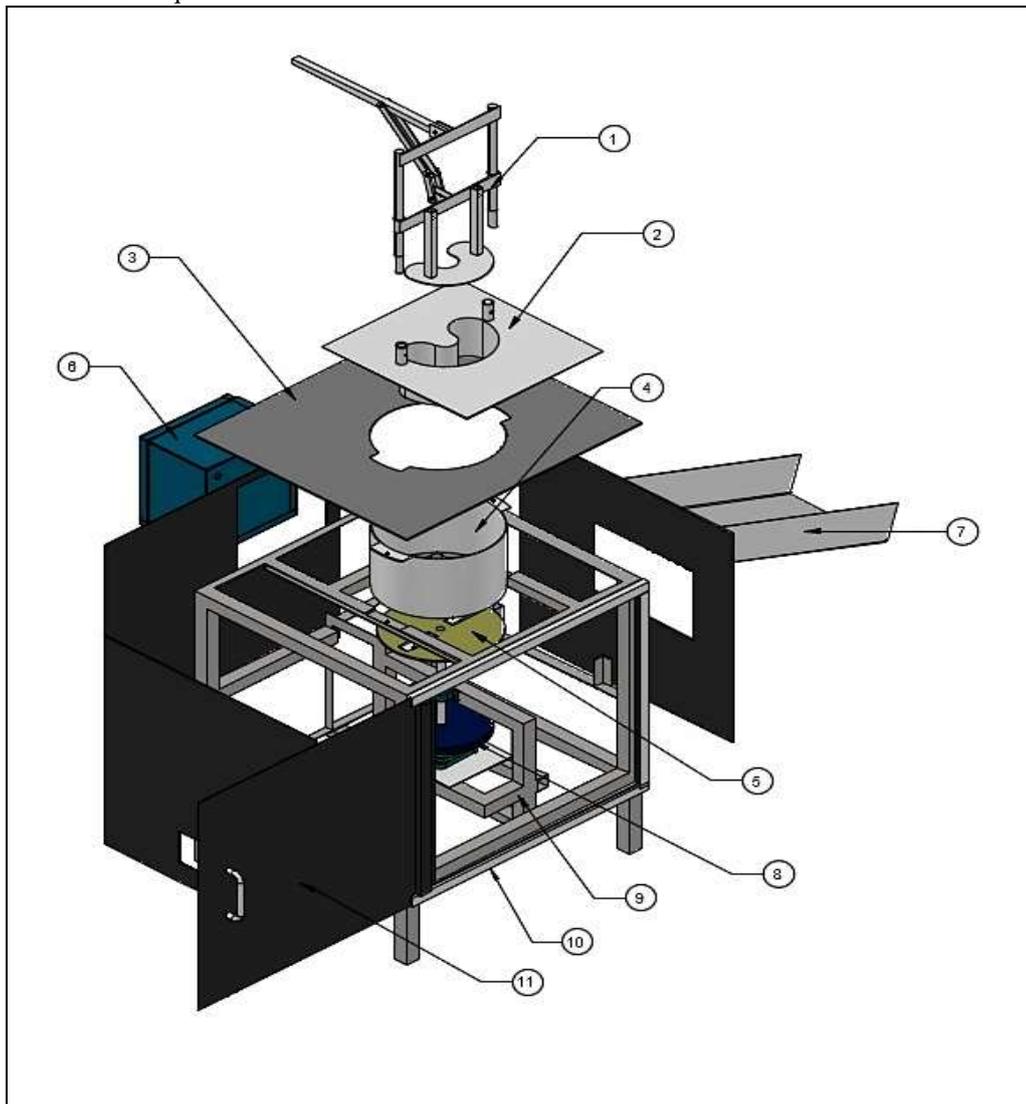
PARTES DE LA MÁQUINA REBANADORA DE PAPAS CHIPS

Principales sistemas de la máquina

N°	Denominación	Material
1	SISTEMA APISONADOR	ACERO INOXIDABLE AISI 304
2	CAMARA DE CORTE	ACERO INOXIDABLE AISI 304
3	ASIEN TO DE CAMARA DE ALIMENTACIÓN	ACERO INOXIDABLE AISI 304
4	CAMARA DE SALIDA	ACERO INOXIDABLE AISI 304
5	DISCO DE CORTE	ACERO INOXIDABLE AISI 304
6	PANEL DE CONTROL	ACERO FUNDIDO
7	BANDEJA DE SALIDA	ACERO INOXIDABLE AISI 304
8	SISTEMA DE TRANSMISIÓN	VARIOS
9	ESTRUCTURA	ACERO NEGRO
10	MARCO DE PUERTA	ALUMINIO 6633
11	PUERTA DE ACCESO	ACERO INOXIDABLE AISI 304

Elaborado por: Grupo investigador

Partes de la máquina



Elaborado por: Grupo investigador

DESCRIPCION DE LAS PARTES DE LA MÁQUINA

Sistema apisonador

Este mecanismo está formado por perfiles de acero inoxidable AISI 304 como los siguientes:

2 Tubos cuadrados de 3/4 de 1 mm de espesor de 210 mm.

1 Tubo cuadrado de 3/4 de 1 mm de espesor de 650mm.

2 Platinas 30x3 x400.

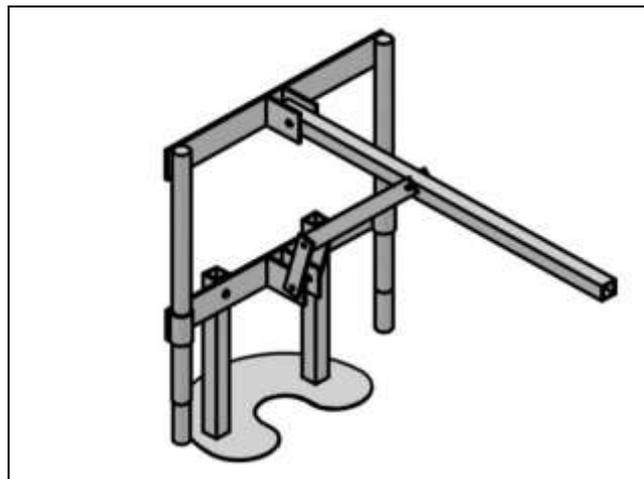
2 Ejes de 3/4" de 400mm.

2 Bocines hechos de ejes perforados de 1 "de diámetro exterior y de 20mm de diámetro interior.

Los cuales fueron ensamblados por medio de pernos M8 y M6 con su respectivo sistema de sujeción conformado por arandelas planas, arandelas de presión y tuercas, además de esto se empleó soldadura por arco eléctrico con electrodos inox 308L.

La función principal de este mecanismo es empujar las papas de la cámara de alimentación al disco de corte para rebanar las papas, este sistema funciona manualmente con un pistón que recorre de 200 mm.

Sistema apisonador



Elaborado por: Grupo investigador

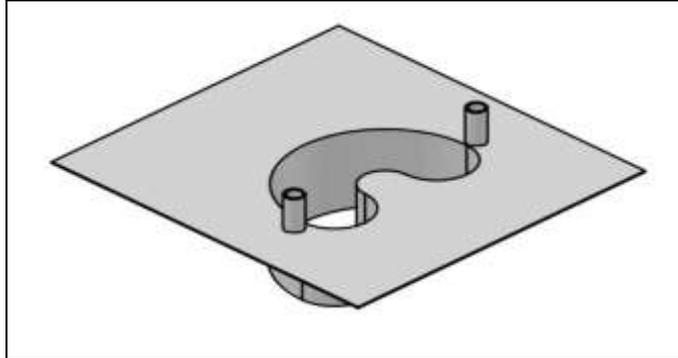
Cámara de corte

También conocido como cámara de alimentación es el depósito donde se colocan las papas para su posterior proceso de corte.

La cámara de alimentación posee un volumen máximo de 4123 cm³ en la que se puede colocar un máximo de 4 Kg de papas por cada proceso de corte.

Este sistema está hecho de un pedazo de plancha de acero inoxidable AISI 304 de 1,5 mm unido a un barolado y dos bocines unidos por medio de soldadura tig (soldadura de Tungsteno y Gas Inerte).

Cámara de corte

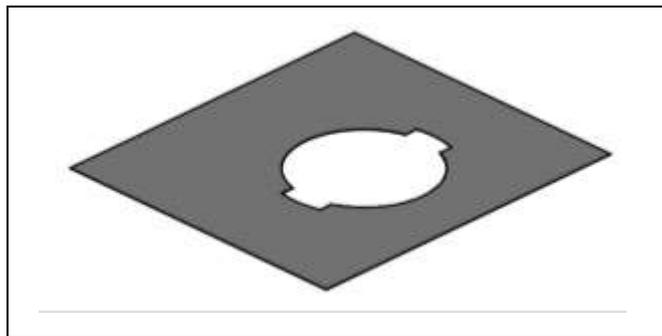


Elaborado por: Grupo investigador

Asiento de cámara de alimentación

Esta parte de la máquina está acoplada a la estructura por medio de remaches 3/16x1/2" en los dobleces laterales y está hecha de acero inox AISI 304 con un corte plasma para acoplar la cámara de corte con pernos de acero inoxidable M6 x25.

Asiento de cámara de alimentación

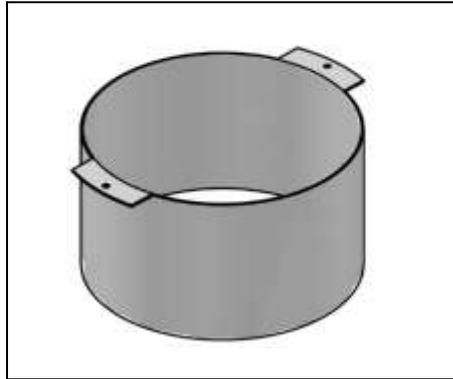


Elaborado por: Grupo investigador

Cámara de salida

Formada por unas orejas laterales con perforaciones para pernos M6 soldadas a un barolado de 320 mm de diámetro con una altura de 300 mm mediante soldadura eléctrica con electrodos inox 308L todos los materiales que conforman este conjunto están hechos de acero inoxidable AISI 304

Cámara de salida

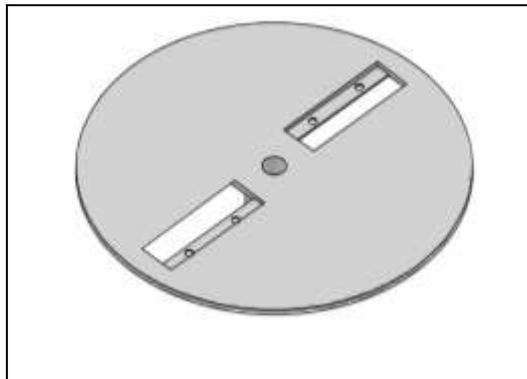


Elaborado por: Grupo investigador

Disco de corte

Este es el elemento más importante ya que es el que realiza el corte de la papa, este disco está hecho de nogal de 20 mm de espesor con un diámetro de 300 mm el cual soporta las cuchillas cabe recalcar que el disco de corte gira a una velocidad de 450 rpm.

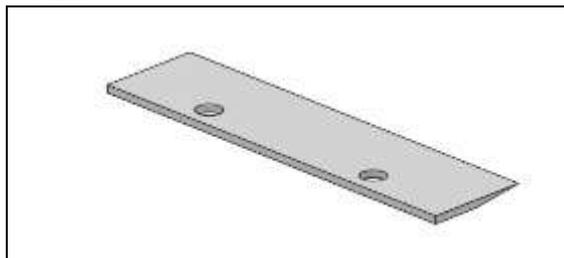
Disco de corte



Elaborado por: Grupo investigador

Las cuchillas son de acero inox AISI 304 de 30x3x100 y están acopladas al disco porta cuchillas por medio de pernos M5X20 con su respectivo sistema de sujeción conformado por arandela plana, arandela de presión y una tuerca.

Cuchillas

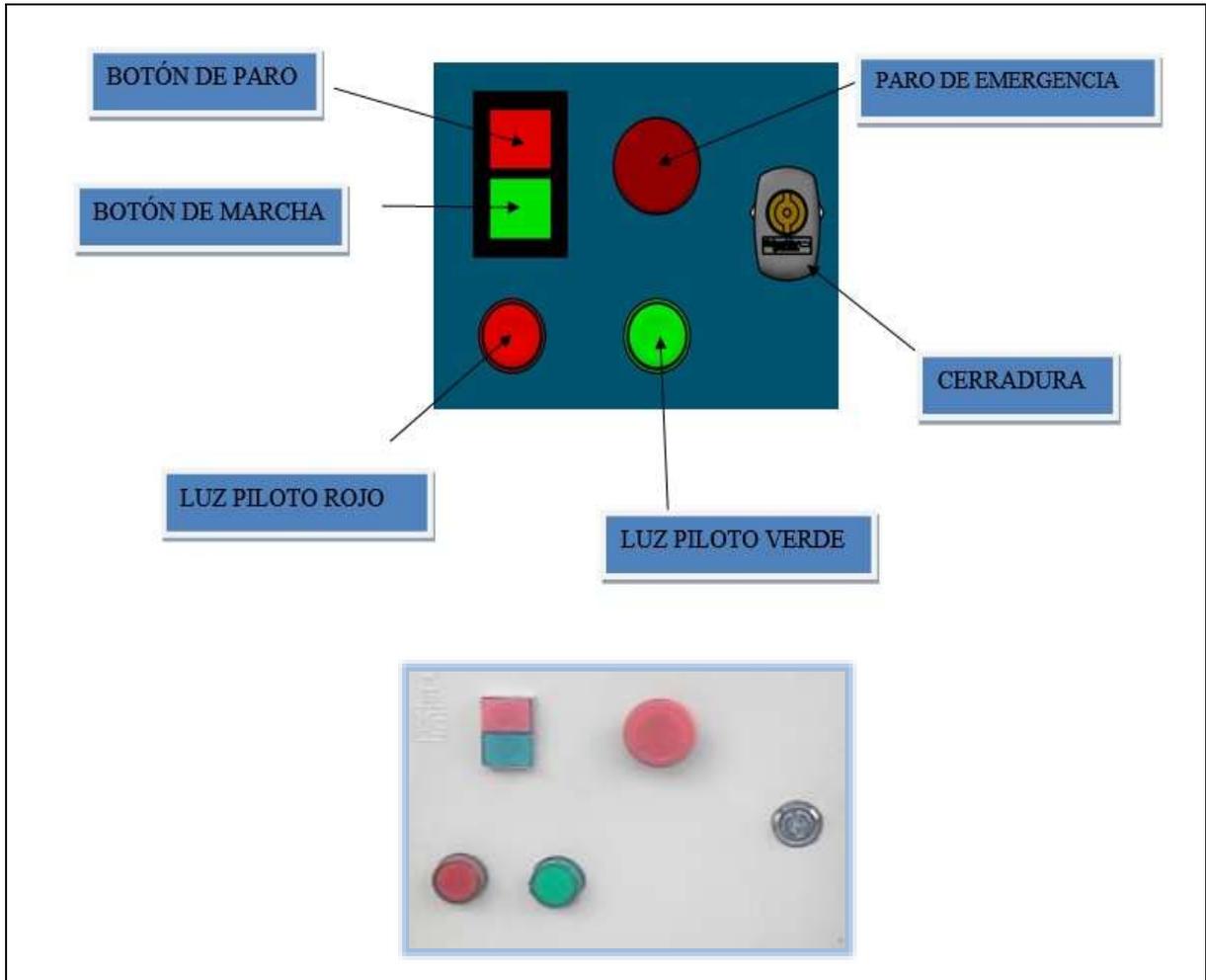


Elaborado por: Grupo investigador

Panel de control

Es uno de los sistemas más importantes de la máquina ya que nos permite controlar el correcto funcionamiento de la máquina, consta de tres botones principales, un pulsador rojo de paro, uno verde de marcha y un paro de emergencia tipo hongo también posee luces de señalización que ayudan a verificar la acción de la máquina en un determinado momento.

Panel de control



Elaborado por: Grupo investigador

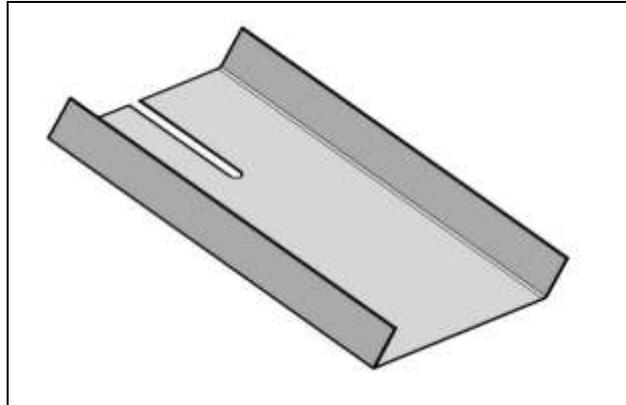
Todos estos elementos de control permiten al usuario encender la maquina después de cargar las papas para realizar el rebanado y a su vez ayudara a activar o desactivar la bobina del Contactor para el respectivo control industrial de la máquina

Bandeja de salida

Este componente de la máquina posee una ranura de 19 mm con una distancia de 200 mm en la que se apoya el eje principal, esta bandeja se apoya también en la estructura y se coloca con

una inclinación de 20° ya que se introduce a presión y está hecha de acero inoxidable AISI 304 con dos dobleces a cada lado.

Bandeja de salida



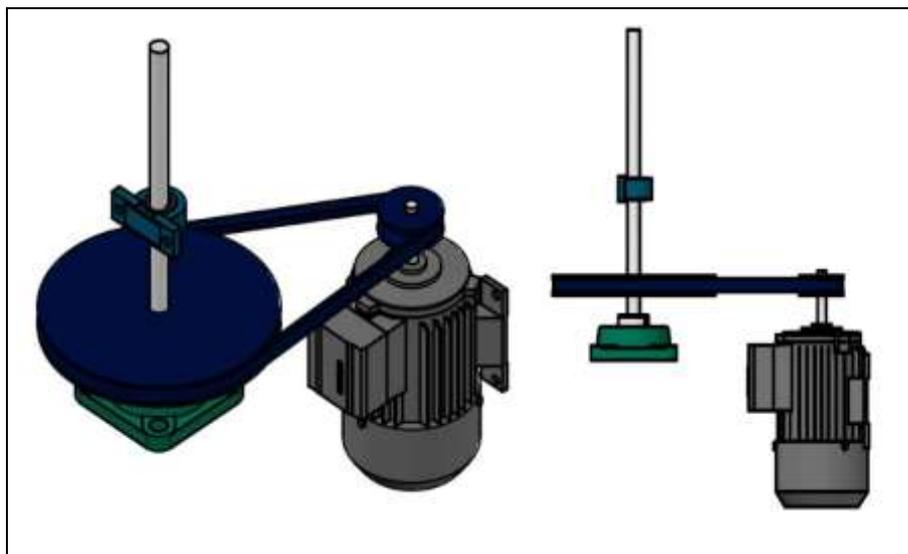
Elaborado por: Grupo investigador

Sistema de transmisión

El sistema de transmisión tiene un relación de transmisión de 0,25 está compuesto por dos poleas de aluminio de 2" que es la polea motriz y 8" que es la polea conducida, la primera acoplada al eje de un motor WEG de 1/2 Hp a 1800 RPM y la otra al eje principal de $\frac{3}{4}$ las poleas están unidas por una banda A39.

Con este sistema la velocidad del motor se reduce de 1800 a 450 RPM, mientras que el eje principal esta acoplado a la estructura por medio de una chumacera P204 de piso en la parte superior y de pared en la parte inferior.

Sistema de transmisión



Elaborado por: Grupo investigador

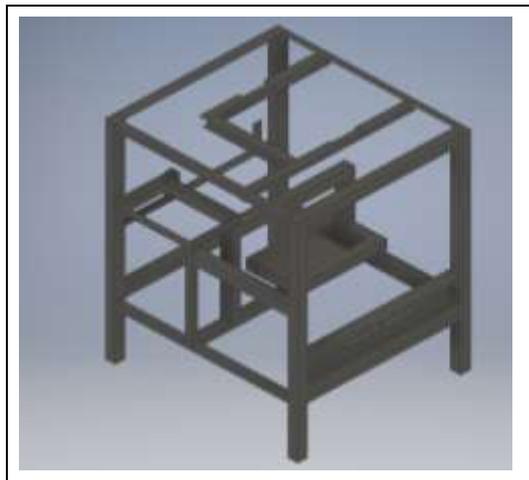
Estructura

Dentro de la constitución de la rebanadora se puede recalcar que el modelo de la estructura interna sirve de apoyo para todos los elementos de la máquina.

La estructura está construida de tubo cuadrado de acero negro de 1½ pulgada de 2 mm de espesor con dimensiones de 785 mm de largo, ancho de 730 mm y una altura de 900 mm, con refuerzos hechos de ángulos de 1 pulgada con 2 mm de espesor.

Mientras que la parte de la base superior está cubierta de tol de acero inoxidable AISI 304 de 1,5 mm de espesor el cual es doblado y unido a la estructura mediante remaches 3/16 x 1/2 " separados entre sí con una distancia de 100 mm, al igual que las paredes laterales que conforman la máquina.

Estructura



Elaborado por: Grupo investigador

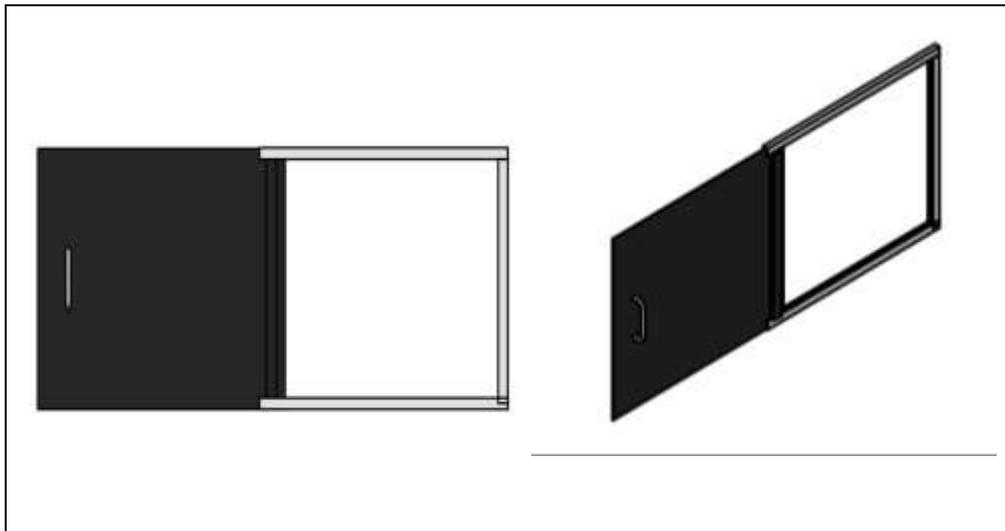
Marco y puerta de acceso

Este sistema está hecho con un solo propósito el cual es tener una ruta de acceso a los elementos de transmisión de la máquina en el caso de hacer un proceso de mantenimiento o la respectiva lubricación de las chumaceras.

El marco de la puerta está hecho con perfiles de aluminio colocados alrededor de la pared posterior de la máquina acoplados a la estructura por medio de remaches 3/16 x 1/2".

La puerta de acceso de la máquina está hecho de acero inoxidable AISI 304 el cual tiene acoplado una jaladera de acero inoxidable de 150 mm de 6 mm de diámetro y un tubo Inox de 650 mm unidos por medio de los remaches anteriormente mencionados para deslizar la puerta lateralmente.

Marco y puerta de acceso



Elaborado por: Grupo investigador

ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA MÁQUINA

Interruptor diferencial

Conocido solo como diferencial es un dispositivo de protección utilizado para proteger a las personas de descargas eléctricas de corriente alterna, funciona como un sensor que analiza la corriente de entrada con respecto a la de salida y si hay una diferencia de 30 mA se activa automáticamente.

Interruptor diferencial



Fuente: (CAMSCO, 2016)

Se seleccionó uno de 30 A ya que es el de menor rango que se encuentra en el mercado ya que este valor es el máximo valor de amperaje que puede censar.

Contactador

Es un interruptor electromecánico accionado a larga distancia formado por un electroimán con forma de bobina que genera un campo magnético que al accionarse permite el paso de corriente

eléctrica, y al desactivarse impide el paso de corriente eléctrica ya sea del circuito de mando o del circuito de potencia. El contactor de este circuito esta dimensionado para una bobina de 12 A de funcionamiento con un voltaje de 110V.

Contactor



Fuente: (CAMSCO, 2016)

Relé térmico

Es un elemento de protección que nos permite proteger los dispositivos conectados al circuito de control, este dispositivo se encarga de proteger el cable y se lo selecciona en función a la corriente que consumen los dispositivos a proteger. Para el motor se selecciona un relé térmico de 7 a 10 A, este dispositivo va conectado directamente al circuito de mando y se lo conecta debajo del contactor.

Relé térmico



Fuente: (CAMSCO, 2016)

Temporizador

Es un dispositivo de control industrial que permite medir el tiempo, este aparato puede ser con retardo a la conexión o a la desconexión y cumplen la misma función que un contactor solo que no cambian de posición instantáneamente sino que tras el transcurso de un periodo de tiempo.

El dispositivo empleado es de la marca Camasco con retardo a la conexión, conocido internacionalmente como on delay cabe recalcar que estos dispositivos funcionan con voltajes desde 24 hasta 220 V y su rango de duración es de 1 segundo hasta un máximo de una hora. Para el tiempo de corte de las papas se tomó un tiempo de 8 Segundos tiempo más que suficiente para terminar el proceso de rebanado.

Temporizador



Fuente: (CAMSCO, 2016)

Motor

Es una máquina eléctrica que se encarga de transformar la energía eléctrica en energía mecánica para realizar algún tipo de trabajo. La máquina rebanadora de papas cuenta con un motor de ½ HP a 1800 RPM, este motor funciona tanto con 110 V como 220 V ya que posee un capacitor de arranque que permite hacer los cambios necesarios para funcionar con cualquiera de estas fuentes de energía.

Motor



Fuente: (WEG, 2016)

OPERACIÓN DE LA MÁQUINA

A continuación se describe un breve resumen del proceso de rebanado de papas:

- 1) En primer lugar verificamos la conexión eléctrica de máquina, conectada a la fuente de energía eléctrica que debe ser de 110V.
- 2) Después se realiza la recepción de las papas colocándolas en la cámara de almacenamiento.
- 3) Una vez realizado esto se procederá a bajar la palanca del sistema apisonador cerciorándonos de que no exista ningún excedente de papa dentro de la cámara, ni ningún elemento indeseado en la cámara de alimentación.
- 4) Posteriormente se prenderá la máquina desde el panel de control presionando el botón de inicio que es de color verde que será accionado después de asegurarse de haber cumplido con los pasos anteriores.
- 5) Una vez puesto en accionamiento la máquina el disco porta cuchillas girara a lo cual procederemos a bajar la palanca del sistema apisonador para empujar las papas hacia las cuchillas del disco porta cuchillas.
- 6) Una vez terminado el proceso se levantara la palanca para dejar el sistema en su estado inicial y repetir el procedimiento hasta terminar de rebanar la cantidad de papas deseada.

Nota: Antes de cada proceso de rebanado, verificar que no ingresen elementos contaminantes que afecten la pureza de las papas.

El circuito de control posee un temporizador que apagara automáticamente la máquina tras el transcurso de un periodo de tiempo que sea considerado para el rebanado. La máquina es capaz de rebanar papas de un diámetro máximo de 100 mm sin ningún problema aunque solo puede rebanar hasta 4kg de papa por cada proceso de rebanado.

SOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS MÁS COMUNES

1. Si la máquina no enciende o arranca, revise lo siguiente:

- a) La máquina esté conectada a una fuente de energía eléctrica de 110 V.
- b) Que la corriente circule en el circuito de control y el de potencia.
- c) El temporizador se encuentre bien colocado en los pines de su base.
- d) Que el relé diferencial se encuentre en su respectiva posición de funcionamiento.

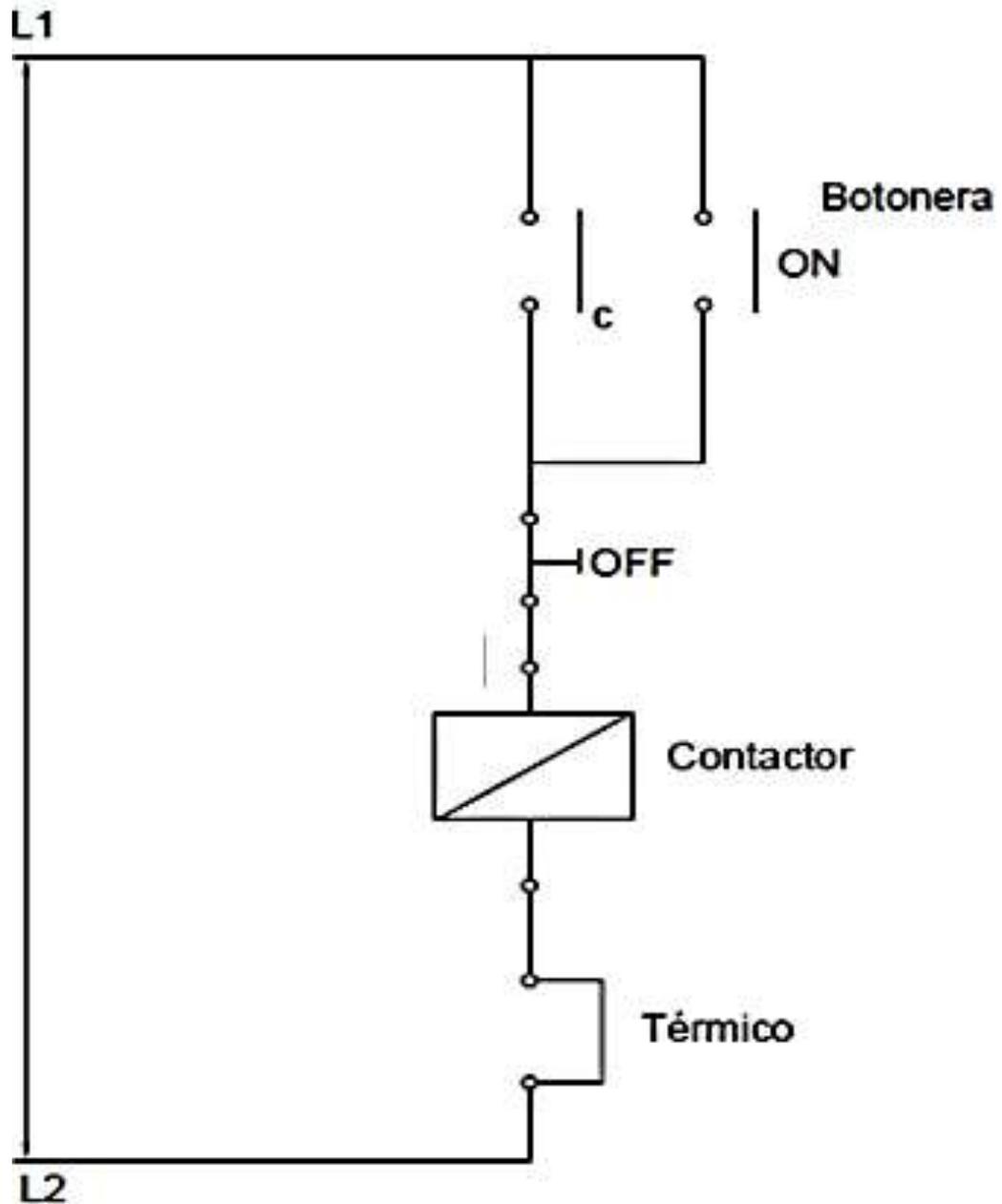
- e) Resetee el relé térmico pulsando el botón “reset”.
- f) Consulte la sección “Información general”.

2. Si el disco porta cuchillas no se mueve a pesar de encender el motor:

- a) Cerciórese de que la correa este bien tensionada.
- b) Verifique el desgaste de la correa en el caso de ser necesario, cambiarla por una correa nueva (A39).
- c) Asegúrese que los pernos prisioneros estén en buenas condiciones para su funcionamiento y verifique que estén ajustando las poleas, tanto del eje del motor como al eje principal del sistema de transmisión.
- d) Tenga en cuenta el estado de las chumaceras y si los rodamientos están en buen estado de no ser así cámbielos inmediatamente por unos de igual características (P204).

4. Si los rodamientos se desgastan antes de tiempo, revise lo siguiente:

- a) La lubricación de los rodamientos sea la adecuada, dos veces a la semana en un periodo de trabajo de una hora diaria durante un mes
- b) Evitar el exceso de polvo u otros contaminantes en los ejes del rotor



Anexo E. Planos constructivos de la máquina